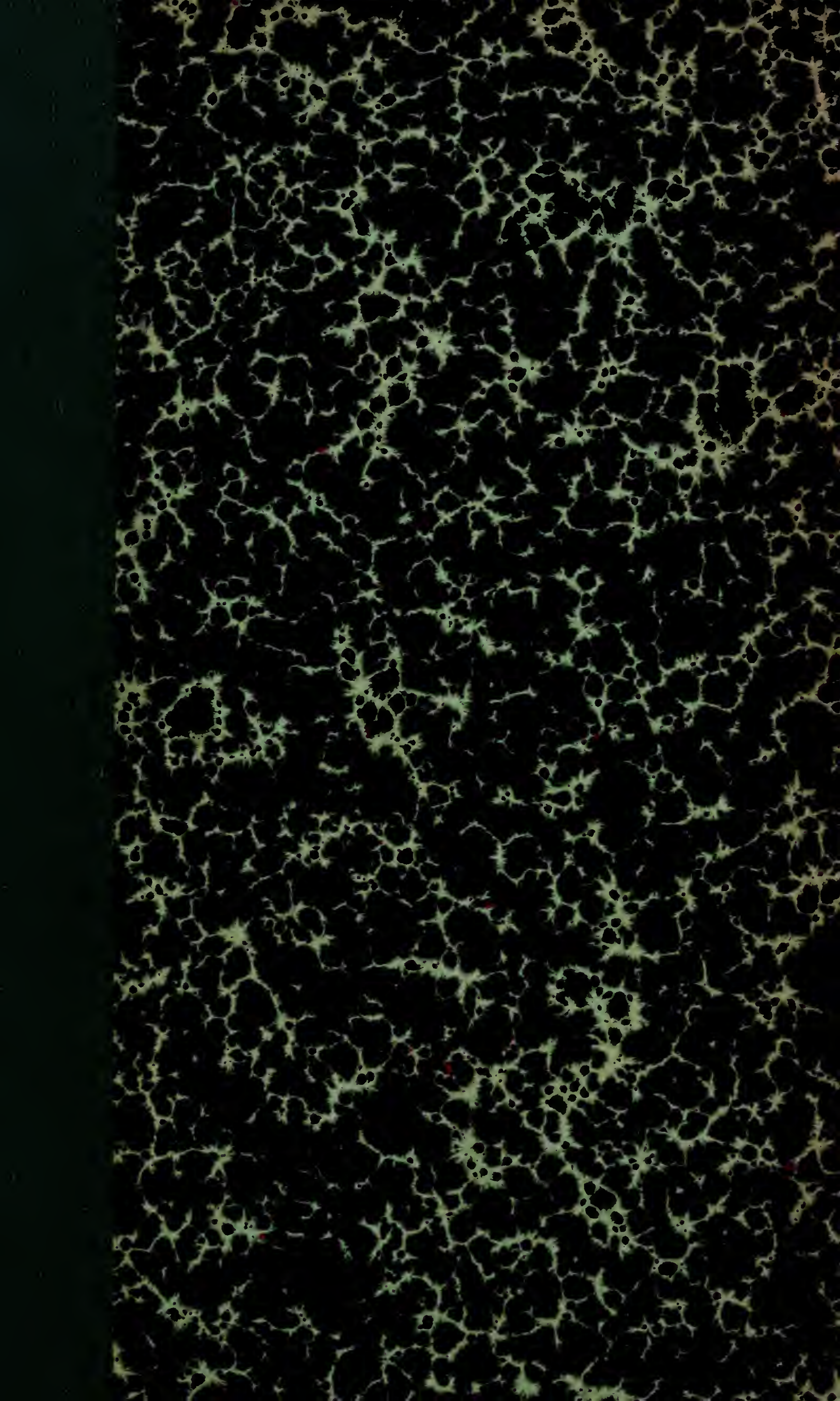
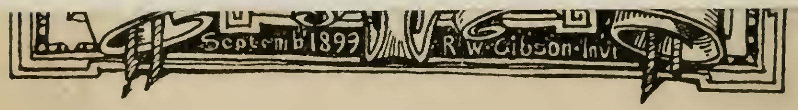



Septemb 1897
R.W. Gibson Invt

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

Société générale d'imprimerie, 18, Pélisserie, Genève.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

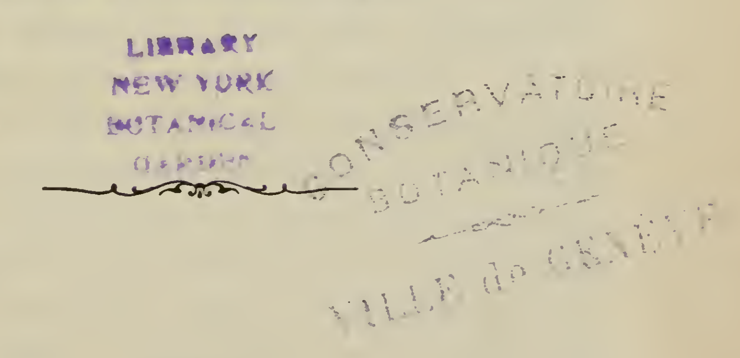
DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CENT TREIZIÈME ANNÉE

QUATRIEME PÉRIODE

TOME VINGT-CINQUIÈME



GENÈVE
BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

PARIS
H. LE SOUDIER
174-176, Boul. St-Germain

LONDRES
DULAU & Cº
37, Soho Square

NEW-YORK
G. E. STECHERT
9, East 16th Street

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, GEORG & Cie, A BALE

1908

SUR LA COULEUR

DU GLYCOL ÉTHYLÉNIQUE ET DE LA GLYCÉRINE

PAR

W. SPRING

Il y a quelques années déjà[1], je me suis assuré que nombre de substances regardées alors comme incolores, possédaient, au contraire, une coloration spéciale, caractéristique. Il a suffi, pour cela, de les observer sous une épaisseur plus grande que celle qui se trouve ordinairement en usage dans les manipulations courantes. L'histoire de ces substances rappelle donc celle *de l'eau* qui ne dévoile non plus sa belle couleur bleue qu'à la condition d'être contemplée en masse.

L'étude de la couleur des corps a un intérêt scientifique au même titre que celle de toute autre propriété de la matière, ne fut-ce que parce qu'elle dissipe l'erreur de jugement que l'on a involontairement commise quand on a fait des observations dans des conditions trop peu objectives. De plus, la connaissance de la couleur des corps peut faire saisir certaines relations intéressantes entre la composition, ou la structure moléculaire des

[1] Sur la couleur des alcools comparée à la couleur de l'eau. *Archives des sc. phys. et nat.*, 1896, t. I, p. 434, et sur la couleur, et le spectre lumineux de quelques corps organiques. *Ibid.*, 1896, t. II; p. 105.

corps, et leurs propriétés optiques. A cet égard, je rappellerai que les alcools se sont montrés d'autant plus *bleus* sous grande épaisseur, que leur chaînon carboné était plus court. Leur analogie avec l'eau, démontrée déjà par leurs propriétés chimiques, trouve donc son expression aussi dans les propriétés physiques. L'alcool méthylique $CH_3.OH$, le plus voisin de l'eau, est le plus bleu, tandis que l'alcool amylique, $C_5H_{11}OH$, a une nuance verte. Celle-ci provient de ce que les corps hydrocarbonés C_nH_m, ne sont pas incolores, mais d'autant plus jaunes bruns que le nombre d'atomes de carbone de leur molécule est plus grand[1]. Le *jaune* dû à la partie hydrocarbonée de la molécule d'alcool, s'associant avec le *bleu* propre au caractère *eau*, ou, d'une façon plus précise, au groupe OH, produit dans notre œil, la sensation du vert.

La couleur d'un alcool répond donc à la structure de sa molécule.

Ce point étant établi, j'ai cherché à savoir si le groupe CO était aussi de nature à modifier la couleur des substances hydrocarbonées. Le résultat a été *négatif;* on peut le traduire en disant que le groupe CO n'est pas *chromogène*. Cette conclusion se trouve vérifiée par le fait que les acides organiques $C_nH_{2n}O_2$ ont fait voir la même couleur que les alcools ; le groupe CO n'a donc pas d'effet plus marqué que le groupement hydrocarboné lui-même.

Enfin, il ne sera peut-être pas inutile de rappeler qu'au cours de ces recherches[2], j'ai pu constater que

[1] Loc. cit., t. I.

[2] Sur le spectre d'absorption de quelques corps organiques incolores. *Archives*, 1897, t. III, p. 437.

les groupes hydrocarbonés tels que CH_3, C_2H_5, sont décelables par l'analyse spectrale, quel que soit l'éther dans la composition duquel ils entrent. Ces groupes produisent, dans le spectre de la lumière qui a traversé les substances organiques passant pour incolores, des bandes d'absorption caractéristiques, dont la position est, à peu de chose près, indépendante de la composition intégrale du corps. En un mot, l'analyse spectrale d'un éther simple, mixte ou composé permet de reconnaître les groupes alkyles qu'il contient, comme elle découvre instantanément certains éléments dans les matières minérales.

Les recherches que je viens de rappeler sont restées inachevées par suite de la difficulté de se procurer les matières à utiliser, à la fois, en quantités suffisantes pour permettre une observation sous plusieurs mètres d'épaisseur et à un degré de pureté tel que leur couleur ne soit pas altérée. Je me trouve néanmoins en état, aujourd'hui, d'apporter un léger complément aux observations précédentes ; celui-ci touche la question de savoir si l'accumulation des groupes chromogènes, par exemple ; des groupes OH, dans une même molécule, exerce une influence sur l'intensité de la coloration du composé ? Cette question est intéressante parce que, suivant la réponse positive ou négative qu'elle recevra, on saura si l'origine de la couleur se trouve vraiment dans les parties constituant la molécule, ou bien dans la molécule elle-même considérée comme un ensemble.

A cet effet, j'ai comparé la couleur du glycol, $C_2H_4(OH)_2$, avec celle de l'alcool éthylique C_2H_5OH. Dans ces substances, le chainon carboné a la même longueur

C_2 et les corps ne diffèrent, en somme, que parce que l'un d'eux est *deux fois plus alcool que l'autre*, si l'on peut s'exprimer de la sorte. Si le glycol est vraiment plus bleu que l'alcool, toutes autres conditions restant égales, le rôle de *colorant* joué par le groupe OH sera établi et l'on devra lui reconnaitre une influence *colligative*.

A l'occasion de cet examen, j'ai repris aussi, à titre de contrôle, les observations que j'avais faites antérieurement sur la glycérine $C_3H_5(OH)_3$ [1]. La matière dont je m'étais servi dans mes premières observations m'a paru laisser à désirer dans sa transparence ; elle pouvait donc avoir conduit à une conclusion erronée.

A la vérité, la glycérine n'est pas tout à fait comparable avec le glycol et encore moins avec l'alcool, puisque sa molécule renferme un atome de carbone de plus, mais il est quand même utile de l'examiner pour s'assurer si l'effet des trois groupes oxhydryles OH l'emporte, ou non, sur le chainon carboné.

L'examen des substances a eu lieu, comme dans mes observations antérieures, dans de longs tubes en verre enveloppés de papier noir et placés parallèlement pour faciliter les comparaisons. Comme il s'agissait surtout de vérifier l'effet produit par les groupes OH, il fallait nécessairement prendre une disposition telle que la lumière traversât le même nombre de molécules de l'une et de l'autre substance avant de pénétrer dans l'œil de l'observateur. Pour cela, il suffit de donner aux tubes une longueur proportionnelle *au volume moléculaire* respectif des corps, c'est-à-dire

[1] Loc. cit., 1896, t. II, pp. 106.

au quotient du poids moléculaire par la densité. Ainsi le tube rempli d'alcool doit, par exemple, avoir une longueur de 5m75 et le tube de glycol 4m96, les volumes moléculaires de ces substances étant respectivement 57.5 et 49.6. Pour la glycérine, il faut, de même, un tube de 7m25, comme on peut le calculer.

Toutefois, ces dimensions théoriques ont dû être modifiées au cours des observations parce que l'expérience a montré l'impossibilité de préparer du glycol. ou de la glycérine, dans un état complètement sec, sans provoquer une altération de leur composition.

Ce fait ayant une grande importance pour le problème qui nous occupe, je crois devoir entrer dans quelques détails à son sujet.

Je dois le glycol qui m'a servi, à l'obligeance de M. F. Schwerz, étudiant, qui a bien voulu préparer, près de 1 $^1/_2$ kg. de matière pure. Il sera permis, en remerciant encore ce travailleur, de rendre hommage à son habileté et à sa persévérance.

Le produit, parfaitement limpide d'ailleurs, s'est montré *jaunâtre* et non *bleu*, dans le tube de 4m96.

Pour m'assurer si cette couleur jaunâtre était essentielle ou peut-être accidentelle, j'ai abandonné le glycol à la lumière du jour pendant plusieurs mois, puis je l'ai examiné de nouveau : je l'ai trouvé *plus foncé que d'abord*. On doit conclure de là que le glycol pur s'altère lentement, comme une foule de substances organiques et qu'il se charge de matières brunes qui, à la vérité, ne se révèlent que sous une grande épaisseur de matière. Il est dès lors probable que le produit qui a été examiné d'abord était déjà en voie d'altération.

J'ai essayé de le débarrasser de ses matières brunes en le soumettant à une nouvelle distillation dans le vide ; mais le résultat n'a pas répondu à mon attente. J'ai pensé alors pouvoir retenir les matières brunes par la filtration répétée sur du noir animal fraichement calciné. L'effet produit a été désastreux ; le glycol, quoique d'apparence bien limpide sous faible épaisseur, était devenu presqu'opaque sur l'épaisseur de $4^{m}96$ à la suite de ce traitement. Je l'ai éclairé alors fortement après l'avoir retiré du tube, suivant la méthode que j'ai pratiquée déjà en 1899 [1], pour découvrir les parcelles ultramicroscopiques et il a été facile de constater, dans ces conditions, la présence de légions de particules de charbon ; celles-ci, qui provenaient évidemment du noir animal, ne se laissaient retenir par aucun filtre.

Les conditions étant telles, il fallait renoncer à la solution du problème posé. Me souvenant, cependant, de la facilité avec laquelle j'ai pu préparer, antérieurement, de *l'eau optiquement vide*, par la simple filtration sur une couche épaisse de noir animal, j'ai pensé à m'assurer si la présence d'un peu d'eau dans le glycol ne rendrait pas la filtration sur le noir efficace. Une objection se dressait, à la vérité, devant cette manière de faire ; il était à craindre que l'addition de l'eau ne changeât la couleur propre du glycol ; mais j'ai pu m'assurer que cette crainte était vaine. En effet, après avoir ajouté à du glycol sec environ le cinquième

[1] Voir « la diffusion de la lumière par les solutions » et « Sur l'illumination de quelques verres ». *Bull. de l'Acad. de Belgique*. 1899, p. 307 et 1900, p. 1014. Malgré la date de ces travaux, l'ultramicroscopie passe, aujourd'hui, comme due à Siedentopf et Zsigmondy, qui pourtant sont venus plus tard.

de son volume d'eau, soit, en poids, près de 13 °/₀, je l'ai examiné dans le tube de 4m96. *Sa nuance n'avait pas changé d'une manière visible,* [1] ce qui prouve que l'addition de l'eau ne modifie pas la couleur.

J'ai agité ensuite le liquide avec du noir animal récemment calciné, puis je l'ai filtré à plusieurs reprises au travers du noir. Cette fois, il est devenu bien limpide et il était *bleu* dans le tube de 4m96. Ceci montre donc que la *couleur jaune brune*, vue d'abord, était due à la présence accidentelle de matières étrangères que le noir animal retient, mais seulement en présence d'une certaine quantité d'eau.

J'ajouterai que la glycérine se comporte comme le glycol vis-à-vis du noir animal. De la glycérine distillée récemment, dans le vide, avec le secours d'un courant de vapeur d'eau, puis desséchée autant que possible s'est montrée *verdâtre* sous grande épaisseur, ainsi que je l'avais déjà constaté en 1899 (loc. cit.). En la traitant par le noir animal, on *l'assombrit ;* mais si elle est additionnée d'eau, à raison de $^1/_5$ environ de son volume, elle abandonne ses substances colorantes au noir animal.

J'ai tenu à m'assurer si l'alcool sec lui-même (C_2H_5OH) se comporte comme le glycol ou la glycérine. En fait, de l'alcool absolu, récemment distillé, qui était *bleu* sous une épaisseur de 5m75 est devenu *jaune sombre* après 5 filtrations sur du noir animal ; il ne s'est clarifié, par filtration, qu'après avoir été mêlé d'eau ; alors sa couleur a reparu dans toute sa pureté.

[1] Il est à remarquer que la quantité d'eau mêlée au glycol équivalait à une épaisseur de 99 centimètres seulement et que sous cette épaisseur, la couleur de l'eau est à peine perceptible.

Cette question du rôle joué par l'eau dans l'absorption des matières colorantes par le noir animal demande à être élucidée, mais pour ne pas nous écarter de notre sujet actuel, nous allons procéder à la comparaison de la couleur des liquides dont nous disposons.

Nous devons, tout d'abord, modifier les longueurs des tubes d'observation de manière à tenir compte de la proportion d'eau introduite dans le glycol et dans la glycérine.

On remarquera d'abord que puisque le glycol renferme le cinquième de son volume d'eau, on pourra assimiler le tube de 4^m96 à un tube de 3^m97 rempli de glycol sec, qui serait suivi d'un tube de 0^m99 rempli d'eau, car : $4.96 : 5 = 0.99$. Cette remarque servira de base pour la construction du tube à alcool.

Le volume moléculaire de la glycérine étant de $\frac{92}{1.27} = 72.5$, tandis que celui du glycol est $\frac{62}{1.25} = 49.6$, on connaitra l'épaisseur de glycérine à comparer avec 3^m97 de glycol sec (voir plus haut) par la relation :

$$49.6 : 72.5 = 3.97 : x \text{ ; d'où } x = 5^m80$$

or, la glycérine ayant été additionnée d'eau à raison de $^1/_5$ de son volume, l'épaisseur 5^m80 devra être augmentée de $5.80 : 5 = 1^m16$, de sorte que la longueur totale du tube à glycérine chargée d'eau qui contiendra, en tout, autant de molécules de $C_3H_5(OH)_3$ et de H_2O qu'un tube de 4^m96, de glycol chargé de la même proportion d'eau sera, avec une approximation suffisante : $5^m80 + 1^m16 = 6^m96$.

On calcule de même que le tube à alcool chargé d'eau, à comparer avec les précédents, devra mesurer 5^m60.

A côté de ces trois tubes j'en ai placé un quatrième, de 2m87 de long destiné à recevoir de *l'eau pure*, à fin de comparaison.

Passons à présent, aux résultats des observations définitives. Nous pouvons les énoncer en forme de conclusions de ces recherches.

1° Dans les conditions réalisées, les quatre substances : *glycérine*, *glycol*, *alcool et eau* sont *bleues*.

Bien qu'une mesure *quantitative* de l'intensité de la couleur bleue ne soit pas possible, pour le moment, surtout par suite de l'incertitude qui règne, malgré tout, au regard de la *pureté absolue* des corps à comparer, on est frappé des faits suivants :

2° L'alcool et l'eau donnent la même impression de *bleu*. Le ton verdâtre que j'avais vu lors de mes premières observations, en 1899, ne s'est pas manifesté cette fois. Il est plus que probable qu'il devait son origine à une purification moins complète de l'alcool.

3° Le glycol et la glycérine sont d'un bleu plus foncé que l'alcool, ils laissent passer moins de lumière que l'alcool ou l'eau. Une *estimation* photométrique faite par l'interposition de lames de verre enfumé entre les tubes et l'œil, permet de dire que le glycol est *moins transparent de moitié* environ, que l'alcool. Ce résultat concorde avec le fait que la molécule de glycol contient deux fois autant de groupes OH que la molécule d'alcool.

4° La transparence de la glycérine ne diffère pas beaucoup de celle du glycol, de sorte que l'effet des groupes OH ne se marque pas d'une manière simple. Ceci peut être dû soit à un défaut de pureté de la glycérine employée, soit à cette circonstance que la molécule

de glycérine étant plus riche en carbone que celle du glycol, une comparaison immédiate n'est pas possible.

En somme, il est établi que les corps carbonés qui renferment un ou plusieurs groupes OH ont, comme l'eau pure, une couleur bleue. L'intensité de cette couleur étant en *rapport* avec le nombre de ces groupes OH contenus dans les molécules, si elle ne lui est pas directement proportionnelle, on doit regarder l'origine des phénomènes de coloration des substances ici reprises, comme en relation étroite avec la nature et le nombre des parties dont leurs molécules sont formées, plutôt qu'avec la nature de la molécule considérée dans son ensemble.

Liège, Institut de Chimie générale. Novembre 1907.

CHANGEMENTS DE LA COULEUR

DU

SULFURE DE CALCIUM

SOUS L'ACTION DE LA LUMIÈRE

PAR

le prof. José Rodriguez MOURELO
Membre de l'Académie Royale des Sciences de Madrid.

Au mois de décembre 1903, j'ai rendu compte du phénomène que j'avais observé sur un sulfure de calcium phosphorescent. Il s'agissait du fait d'acquérir une coloration violette aussitôt qu'il était soumis aux influences de la lumière directe, sans insolation ; et il ne perdait pas, pour cela, sa qualité de devenir phosphorescent, quoique avec une faible intensité, dans les mêmes conditions où le sont d'autres sulfures de calcium, et ceux de baryum, strontium et zinc.

Depuis lors j'ai continué mes expériences sur le même objet, et j'ai réussi à préparer quelques corps, de composition analogue, doués du même caractère, en remarquant cependant certaines différences dans la manière de changer de couleur, qui peuvent être liées avec la phosphorescence et l'impressionabilité par rapport à la lumière. Pour le moment, et en attendant

d'avoir recueilli un ensemble de faits bien coordonnés suffisants pour établir des hypothèses sur la cause probable du phénomène, ses changements et variations, je me borne à l'exposé de ce que j'ai observé, considérant, en premier lieu, le procédé de préparation des sulfures de calcium qui changent de couleur sous l'influence directe de la lumière.

a) J'ai pris de la chaux vive ordinaire, en opérant toujours avec 100 grammes. Après avoir été réduite en fragments, elle fut placée dans un tube de porcelaine assez large, et soumise pendant trois heures, à la température du rouge vif, à l'action de la vapeur du soufre. Le produit de cette opération fut ensuite renfermé dans un flacon en verre, soigneusement clos, afin d'éviter des oxydations excessives. A la lumière diffuse du laboratoire, le sulfure ainsi obtenu est presque blanc, très peu grisâtre, il a la propriété d'être impressionable à un très haut degré, en présentant une phosphorescence marquée, d'une couleur violet très foncé, qu'il ne perd qu'après quelques heures, en la reprenant aussitôt qu'il est de nouveau soumis, pendant quelques instants, à une illumination intense.

Ce sulfure offre le changement de couleur d'une manière remarquable : aussitôt qu'il subit l'action de la lumière directe, sans sortir du flacon, sa surface prend une teinte rougeâtre, qui s'accentue rapidement avec des tons violets très marqués, qui pénètrent toute la masse au bout de très courts instants. Mis dans l'obscurité, ce corps prend, comme il a été dit, une intense phosphorescence, et exposé de nouveau à la lumière diffuse il présente la même coloration violacée qu'il avait prise au commencement, toujours avec des nuances

rougeâtres. Nous avions là un sulfure de calcium phosphorescent et des plus impressionnable, et il nous fallait voir si cette qualité était liée, d'une manière quelconque, aux altérations de la couleur extérieure de la masse du corps. Pour cela, je réduisis le sulfure en poussière et je l'agitai longtemps au contact de l'air, afin de l'oxyder jusqu'à lui faire perdre tout-à-fait sa qualité luminescente. Au début des opérations, quand les fragments du corps n'étaient pas trop petits, il y avait encore de la phosphorescence dont l'intensité paraissait même augmentée à chaque excitation. Peu à peu, elle alla en diminuant jusqu'à s'éteindre tout-à-fait, et alors il ne restait plus au sulfure que le changement de sa couleur naturelle, dû aux altérations dont la cause m'est encore inconnue.

Cette propriété de changer de couleur aussitôt qu'ils subissent l'action de la lumière, n'est pas commune à tous les sulfures de calcium, obtenus par l'action de la vapeur du soufre sur la chaux vive chauffée au rouge vif. J'en ai obtenu beaucoup qui ne jouissaient pas de cette propriété, tout en étant très luminescents. Il semble que l'état d'agrégation de la matière première employée joue ici un rôle prédominant. Si, aussitôt sorti du creuset, le produit est soumis pendant 15 minutes environ à l'influence de l'air, il subit une oxydation superficielle d'autant plus forte qu'il est réduit en fragments plus petits et pulvérulents, ne présentant ni gros grains ni scories.

b) Dans d'autres expériences, la matière première fut le carbonate de calcium obtenu en précipitant une solution de chlorure de calcium pur avec une autre de

carbonate de sodium aussi pur, ayant soin de ne pas laver à fond le précipité, mais tâchant, au contraire, qu'il garde du carbonate de sodium et du chlorure de sodium. Ce carbonate de calcium, incomplètement purifié à dessein, fut calciné au rouge vif et la chaux résultante fut mélangée avec du soufre (30 pour 100) et du sous nitrate de bismuth, dans la proportion de $0^{gr},01$ par 100, en procédant après selon la méthode de Verneuil. Il se produisit ainsi un sulfure très phosphorescent qui, de même que le précédent, devenait violet rougeâtre sous l'action de la lumière du jour, en montrant les mêmes phénomènes avec des caractères identiques ; et ce qu'il y a de plus étrange dans ce cas, c'est que si les matières premières sont de la chaux provenant de la calcination de coquillages ou de coques d'œuf, le sulfure, blanc ou faiblement grisâtre, très impressionnable à la lumière et doué d'une splendide phosphorescence, ne change point de couleur, et celle qu'il a quand on l'extrait des creusets ne varie guère.

Avec de la chaux provenant du marbre blanc, on obtient parfois des produits luminescents de couleur blanche plus ou moins pure, qui ne s'altèrent point et ne prennent sous l'action de la lumière aucune coloration rougeâtre. D'autres fois on obtient des corps phosphorescents à un degré plus ou moins fort, doués de la qualité que j'examine maintenant ; ce sont là les exceptions, et il faut le faire remarquer, parce que, ni dans le cas présent, ni dans aucun autre, ce n'est la loi que les sulfures de calcium aient à prendre des teintes rougeâtres ou violettes tout de suite après avoir été soumis à l'influence directe de la lumière. Je ferai remarquer aussi que certaines lumières, qui ont la faculté d'exciter, quoiqu'à un moindre degré, la phos-

phorescence, peuvent néanmoins être impuissantes à produire les variations de couleur considérées ici ; et il est important de savoir cela quand il s'agit d'établir leurs relations avec l'impressionnabilité des sulfures de calcium par rapport à la phosphorescence, point dont l'éclaircissement comprend une bonne partie de la résolution du problème et en est une donnée importante.

D'abord, on vient d'établir que, pour ce qui se rapporte aux variations de la couleur des sulfures de calcium, la lumière diffuse du jour suffit à elle seule, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir l'insolation, laquelle préjudicie plus qu'elle ne favorise l'intensité de la nouvelle coloration acquise accidentellement par la masse du sulfure.

c) En faisant des expériences avec de la craie, et en l'employant blanche, sèche et tout-à-fait exempte de fer, en la mélangeant avec du soufre et en chauffant pendant quatre heures au rouge, j'obtins quantité de produits sulfurés, tous d'aspect terreux et de couleur blanc grisâtre ; aucun d'eux n'était doué de phosphorescence, ni de sensibilité pour la lumière ; il y en avait qui devenaient faiblement luminescents après une longue influence directe des rayons lumineux, et la plupart d'entr'eux étaient tout-à-fait inertes et se montraient incapables de donner même la moindre trace de phophorescence. Cependant, dans les deux séries il s'est trouvé quelques échantillons remarquables par la rapidité et l'intensité du changement de couleur, faculté qu'ils gardent pendant longtemps, quoique la phosphorescence, quel que soit son degré, soit tout-à-fait disparue ; seulement en prolongeant les oxydations, jusqu'à destruction presque complète du sulfure, on obtient

un produit qui ne change plus de couleur sous l'action de la lumière diffuse. On observe donc, dans la propriété de changer de couleur, une persistance, d'autant plus remarquable que la phosphorescence du sulfure, pouvant être entièrement détruite par la chaleur, les sulfures qui possèdent cette propriété, la gardent cependant encore.

Le seul fait que j'aie reconnu jusqu'à présent comme constant dans cet ordre de phénomènes est la couleur rougeâtre violette, dont le ton est toujours le même, l'intensité seule étant variable. Celui-là se montre nettement défini tout de suite, et celle-ci atteint bientôt le maximum dans les conditions ordinaires, tout cela étant indépendant du degré de sensibilité et de l'intensité propre de la phosphorescence acquise. Les expériences faites à ce propos ont démontré qu'il y a des sulfures très luminescents dont la couleur ne s'altère point ; que quelques-uns en changent peu et d'autres beaucoup en un instant ; qu'on en prépare plusieurs de faible sensibilité et de phosphorescence nullement brillante auxquels il advient de même et qu'il y en a aussi qui sont tout-à-fait inertes et dont la couleur change, en devenant d'un rouge violet très marqué, aussitôt qu'ils sont exposés un instant à la lumière ; et cela montre comment, pour le moment du moins, il est impossible d'établir des règles déterminées quant à la marche du phénomène qui nous occupe.

d) On n'a jamais obtenu des sulfures de calcium, doués de la propriété considérée en décomposant par la chaleur du sulfite ou de l'hyposulfite calciques. La réduction du gypse ne les donne pas non plus, si on emploie le charbon dans la forme ordinaire. Mais si au carbonate de calcium ou à de la chaux vive soumis avec

élévation de température à l'action de la vapeur de soufre, ou d'un courant de gaz sulfhydrique pur, très sec, on ajoute des substances minérales de différentes natures, pour qu'elles servent de matières actives, on est sûr d'obtenir dans plusieurs cas et avec quelques-unes d'entre elles, des sulfures qui changent de couleur avec une grande facilité. On a déjà indiqué le sous-nitrate de bismuth, et j'ajouterai maintenant le carbonate et le sulfate de manganèse, l'oxyde jaune d'uranium, le chlorure de thorium et le même sulfate de calcium, en prenant toujours la matière à l'état de poudre fine, et en leur ajoutant à dessein, des composés alcalins, d'ordinaire du chlorure et du carbonate de sodium.

Avec tous ces corps, jouant le rôle d'activeurs, j'ai obtenu des sulfures de calcium phosphorescents à des degrés variés, selon leur impressionnabilité par rapport à la lumière ; avec tous aussi, j'ai eu des sulfures, blancs ou grisâtres, inaltérables, et des sulfures dont la couleur, blanche ou grisâtre, devenait violette aussitôt qu'elle subissait l'influence des rayons lumineux. On reconnaît ainsi de nouveau, l'impossibilité d'établir des règles fixes quant au procédé à suivre pour produire l'effet de coloration qui fait l'objet de cette note. La solution du problème demande de nouvelles et plus amples recherches.

D'abord il semble que dans chaque cas particulier il doit y avoir une cause, que j'appellerai individuelle et qu'il faut chercher à déterminer. Premièrement nous avons à considérer la nature des matières premières calciques employées, car il est singulier que les sulfures de calcium seuls, jamais ceux de baryum ou de strontium, offrent le changement de couleur, et encore qu'ils ne le présentent pas tous, mais seulement quelques-uns.

et avec une certaine indépendance, à ce qu'il paraît, de la qualité de la phosphorescence.

Sur ce point, je tiens à signaler ici quelques résultats qui semblent établir l'indépendance du phénomène du changement de couleur, de celui de la phosphorescence.

c) Mon intention était d'arriver à obtenir des sulfures de calcium, tout-à-fait dépourvus de phosphorescence, mais soumis au changement de couleur sous l'influence de la lumière. En partant de là, je choisis comme plus appropriés pour ce cas, les produits de l'action de la vapeur de soufre sur la chaux très pure ou le carbonate de calcium à la température du rouge, et j'opérai de la même manière sur des mélanges de ces deux corps avec du soufre, de façon à n'avoir ni des composés alcalins, ni des substances métalliques, qui puissent jouer le rôle des matières actives. C'est à dire qu'il s'agissait d'obtenir des sulfures de calcium aussi purs que possible et qui, pour cette raison même, ne fussent phosphorescents dans aucun cas. Je devais donc examiner soigneusement l'origine ou la provenance de la matière première, chaux vive ou carbonate de calcium.

Pour obtenir la chaux, je me suis servi de la décomposition de l'acétate, de l'oxalate ou du nitrate de calcium par la chaleur, m'étant assuré à l'avance de sa pureté et ayant démontré que ces sels étaient tout-à-fait exempts de matières métalliques. Le carbonate était du Spath d'Islande incolore, réduit en poudre. En appliquant les procédés indiqués, j'obtins des sulfures de calcium de pure couleur blanche et de structure grenue, qui n'étaient nullement luminescents et qui étaient absolument inertes pour la lumière, quoiqu'ils fussent soumis à son influence directe pendant quatre heures consécutives, et sous ce rapport, on peut bien effec-

tivement les donner comme types de substances inertes. Par contre, aussitôt qu'ils sont exposés aux radiations lumineuses intenses, leur couleur naturelle blanche, commence tout de suite à devenir rosée ; peu à peu le ton rougeâtre s'accentue et il prend bientôt la teinte violette caractéristique. Il en est de même quand on emploie la chaux pure ou le carbonate de calcium.

Cependant tous les sulfures ainsi obtenus ne sont pas susceptibles du changement de couleur ; plusieurs d'entre-eux gardent leur blancheur sous l'influence de la lumière, d'autres, par contre, se colorent avec la plus grande intensité en un instant. Je citerai même le cas d'un produit insensible pour la phosphorescence, qui s'est distingué par la facilité à prendre une faible teinte rosée qu'il conserve ensuite longtemps, et qui ne reprend sa blancheur primitive qu'après être resté plusieurs jours dans un lieu sombre, privé de la lumière directe, sans que ses aptitudes pour d'autres expériences disparaissent ou deviennent plus faibles.

Il était important d'étudier soigneusement de quelle manière se produisait, sous l'influence de la lumière directe seule, le changement de couleur du sulfure de calcium dans les cas sus-mentionnés. La masse n'en est pas toute entière affectée au début. Ce n'est d'abord qu'une modification superficielle et limitée, différant en cela de la production de la luminescence qui, si elle commence de même à paraître sur la surface des sulfures lorsqu'elle est actionnée directement par l'énergie lumineuse, pénètre ensuite peu à peu toute la masse du corps jusqu'à le rendre entièrement phosphorescent avec une intensité égale partout, grâce à la propriété que j'ai appelée ailleurs *autoexcitation*, qui se transmet de proche en proche dans l'intérieur des sulfures phos-

phorescents. Un corps qui ne possède pas cette propriété et ne peut l'acquérir parcequ'il ne contient aucune trace de matières actives est d'une blancheur singulière, pulvérulant, doux au toucher et changeant de couleur à la lumière du jour ; le changement est remarquable et subsiste à la surface qui se renouvelle par l'agitation du corps ; ensorte que de blanche qu'elle est à un moment elle devient rosée ; mais pour que toute la masse présente des tons violets-rougeâtres uniformes, il faut répéter l'opération plusieurs fois en exposant le corps tout entier à l'action directe de la lumière. Si, avant que l'effet soit complet, on place le sulfure dans un lieu moins éclairé et qu'on agite le flacon qui le contient, on y observe un mélange hétérogène de particules blanches, non encore impressionnées par la lumière provenant de l'intérieur, et de particules colorées comme nous l'avons expliqué ci-dessus. Le changement de couleur de la masse entière provient donc des changements successifs de la surface. Sans cela, même en prolongeant indéfiniment l'action directe de la lumière, le phénomène ne se propagerait pas de l'extérieur à l'intérieur de la masse. Je conclus de là que chaque particule de sulfures phosphorescents ou non, mais doué de la propriété qui nous occupe ici doit, pour se colorer, être soumise individuellement et directement à l'action de la lumière.

f) Quant à la cause de ce phénomène de coloration j'ai cru tout d'abord pouvoir l'attribuer à des oxydations superficielles partielles et limitées se produisant par l'action de la lumière au contact de l'air. Pour contrôler cette explication, j'ai fait de nombreux essais en retirant les corps des creusets où ils avaient été obtenus, et en les plaçant, avec la plus grande célérité possible,

dans des flacons ou dans des tubes préalablement remplis d'azote bien sec, bouchant les uns à la paraffine et fermant les autres à la lampe. A force de répéter les essais, je parvins à former une petite collection de sulfures de calcium, les uns très phosphorescents, d'autres moins et plusieurs tout-à-fait inertes, lesquels, placés et conservés dans des atmosphères exemptes d'oxygène, changent de couleur en prenant des nuances très marquées violet-rougeâtres, aussitôt qu'ils sont exposés à l'influence de la lumière directe, sans insolation. Quoique les flacons et tubes doivent contenir encore de l'air, celui-ci étant bien enfermé et ne se renouvelant pas, les oxydations de la masse solide sont forcément très limitées et leur influence cesse aussitôt que l'oxygène de l'atmosphère des récipients est épuisé.

Je suis loin de penser que ces oxydations soient tout-à-fait étrangères au phénomène que j'ai observé ; mais il est important de remarquer, pour des recherches ultérieures, que, si elles y interviennent dans une certaine mesure, elles n'en sont pas la seule cause. On ne doit pas admettre non plus que cette propriété de certains sulfures de calcium de changer de couleur dans la forme indiquée leur appartienne exclusivement, car d'autres substances l'ont aussi dans des conditions assez analogues, quoiqu'elles soient de nature et de composition très différentes et pas oxydables à l'air.

Je conclus en dernier ressort, que le changement de couleur de nature spéciale que j'ai découvert dans les sulfures de calcium n'est pas l'effet de réactions chimiques simples, telles qu'oxydations, mais démontre l'existence d'*une action chimique directe de la lumière.*

Madrid. Laboratoire de chimie de l'Ecole supérieure des Arts et Industries, le 22 novembre 1907.

LES RAYONS X
ONT-ILS UNE ACTION
SUR
LES CORPS RADIOACTIFS

PAR

C.-E. GUYE, A. SCHIDLOF et M. KERNBAUM

Les actions ionisantes qui provoquent la dissociation atomique (les rayons X en particulier) n'auraient-elles pas une influence appréciable sur les phénomènes de radioactivité ? En effet si les propriétés radioactives sont accompagnées de l'émission de brusques perturbations électromagnétiques, il est naturel de se demander si réciproquement l'action de perturbations analogues sur ces mêmes substances ne pourraient avoir une influence sur le mode ou la vitesse de désactivation.

L'identité entre les phénomènes lumineux et les phénomènes électromagnétiques fait immédiatement songer à l'égalité des pouvoirs émissif et absorbant. Telle a été l'idée directrice des recherches qui suivent ; elle avait été exprimée antérieurement par l'un de nous[1].

Les substances qui ont été soumises à l'action des

[1] Voir *Arch. des Sc. phys. et nat.* Séance de la Soc. de Phys. 7 juin 1906, t. XXII p. 299.

rayons X ont été : le polonium, la radioactivité induite par le radium, un sel radifère et l'émanation du radium.

A. *Expériences sur le Polonium.*

Bien que le polonium (radiotellure) ne semble pas émettre de rayons γ, sa courte vie radioactive était un facteur, qui semblait le désigner en premier lieu à cette étude.

Les expériences ont porté sur deux plaques de cuivre, revêtues simultanément d'un dépôt radioactif. Après avoir pendant plusieurs jours établi le rapport des radioactivités de ces deux plaques et constaté qu'il demeurait bien constant, l'une d'elle a été soumise à l'action des rayons X pendant 581 heures sur un total de 1325 heures (du 28 novembre 1905 au 22 janvier 1906). Le rapport des radioactivités a été mesuré à diverses reprises[1].

Le tableau suivant résume les expériences définitives faites sur le polonium et permet de se rendre comple de la précision des resultats.

[1] Pour produire les rayons X, nous avons utilisé une bobine d'induction donnant 30 cm. d'étincelle, actionnée par une batterie d'accumulateurs de 16 volts au moyen d'un interrupteur à turbine (A. E. G.). Les ampoules fournies par la maison Muller-Uri (Braunschweig) était autorégulatrices et ont fonctionné d'une façon très régulière pendant plusieurs centaines d'heures.

La comparaison des activités se faisait au moyen d'un électromètre de Curie, complètement enfermé dans une cage de laiton ; on pouvait faire varier la sensibilité de l'instrument par l'adjonction d'un grand condensateur à air à armatures de tôle (condensateur fermé).

Tableau I.

Date	Heure	Durée de l'exposition entre 2 déterminations (Heures)	Temps écoulé entre 2 déterminations (Heures)	Durée totale de l'exposition (Heures)	Temps total écoulé (Heures)	Rapport des durées de décharge $\frac{T_1}{T_2}$ [1]
28 nov.	10 h. mat.	—	—	—	—	1.090
8 déc.	10 h. mat.	72	240	72	240	1.092
9 déc.	5 h. soir	15	31	87	271	1.104
11 déc.	10 h. mat.	—	41	87	312	1.095
19 déc.	5 h. soir	62	199	149	511	1.095
20 déc.	11 h. mat.	—	18	149	529	1.091
3 janv.	12 h. mat.	57	337	206	866	1.092
22 janv.	12 h. mat.	375	456	581	1322	1.100
22 janv.	3 h. soir	—	3	581	1325	1.097

Les variations du rapport $\frac{T_2}{T_1}$ des durées de décharge de l'électroscope nous paraissent rentrer dans la limite des erreurs d'expérience. On ne peut donc tirer de ces résultats aucune conclusion positive.

B. *Expériences sur la Radioactivité induite.*

On pourrait objecter à cette première série d'expériences que le polonium n'émettant pas de rayons γ est précisément insensible à l'action des rayons X qui présentent avec eux une certaine analogie. Une seconde série d'expériences a été alors effectuée sur la radioactivité induite par le radium ; cette radioactivité étant accompagnée de l'émission des rayons γ.

[1] T_2 représente la durée de décharge de l'échantillon soumis à l'action des rayons X. T_1 celle de l'autre plaque.

Deux rondelles de cuivre argenté poli ont été exposées simultanément et dans des conditions identiques à l'action de l'émanation du radium. Elles étaient disposées à l'intérieur d'un récipient, dans lequel on dégageait de l'émanation en versant un peu d'eau sur un sel de radium. Pour rendre l'activation plus intense, les deux rondelles étaient portées à un potentiel négatif.

Bien que les deux rondelles fussent placées l'une à côté de l'autre, elles n'ont pas pris une activité initiale identique. La cause de ce fait était due, comme nous avons pu nous en rendre compte dans d'autres expériences, à une petite dissymétrie dans le champ électrostatique et à la présence d'un fil métallique dans le voisinage de l'une des rondelles.

Les rondelles ainsi activées étaient portées alternativement dans l'électromètre et l'on comparait leurs activités initiales. Puis l'une d'elle était exposée à l'action des rayons X. Une nouvelle comparaison devait mettre en évidence un changement, s'il s'était produit. Nous n'avons obtenu aucun changement appréciable comme le montre le tableau suivant :

Tableau II.

Expérience du 20 mars 1906.

	Rapport des activités des deux rondelles	Temps écoulé depuis le commencement des observations
11′	1.261	Avant l'exposition à l'action des rayons X
65′	1.239	Après une exposition de 20′
114′	1.244	Après une seconde exposition de 20′

Expérience du 21 mars 1906.

	Rapport des activités des deux rondelles	Temps écoulé depuis le commencement des observations
14′	1.445	Avant l'exposition à l'action des rayons X
54′	1.467	Après une exposition de 20′
103′	1.468	Après une seconde exposition de 20′

En résumé dans la limite des erreurs d'expérience, soit entre $1/2$ à 1 % dans les expériences sur le polonium et entre 1 et 2 % dans les expériences sur la radioactivité induite le rapport des activités est demeuré constant.

Si donc les rayons X ont une action décomposante sur la substance radioactive, cette action est extrêmement petite, inappréciable même dans les conditions de nos expériences.

C. *Expériences sur un sel radifère (Activité 1000).*

Nous avons voulu étudier aussi l'action que les rayons X peuvent exercer sur un sel radifère ou sur l'émanation occluse dans ce sel. Si les rayons X ont une action décomposante sur l'émanation occluse dans la poudre, il semble, qu'on aurait dû constater une diminution temporaire de la radioactivité, analogue à celle que l'on observe aprés le chauffage d'un sel radifère.

Le tableau suivant résume ces expériences. Il montre qu'aprés 114 heures d'exposition aux rayons X (sur un total de 118 heures le rapport de la radioactivité de deux poudres radifères est demeuré sensiblement constant.

TABLEAU III.

Date	Heure	Durée de l'exposition entre 2 déterminations	Temps écoulé entre 2 déterminations	Durée totale de l'exposition	Temps total écoulé	Rapport des durées de décharge
		Heures	Heures	Heures	Heures	$\frac{T_1}{T_2}$
31 janv.	3 h. soir	—	—	—	—	0.987
2 fév.	12 h. mat.	—	—	—	—	1.007
6 fév.	10 h. mat.	—	—	—	—	1.010
13 fév.	10 h. mat.	—	—	—	—	0.990
14 fév.	10 h. mat.	—	—	—	—	0.994
Moyenne de $\frac{T_1}{T_2}$ observée dans ces 5 expériences :						0.998
15 fév.	10 h. mat.	22 h.	22 h.	22 h.	22 h.	0.999
19 fév.	10 h. mat.	92 h.	96 h.	114 h.	118 h.	0.999

D. *Expériences sur l'émanation du radium.*

Enfin nous avons voulu compléter ces expériences en cherchant à agir directement sur l'émanation. A supposer même que les rayons X n'altèrent pas la vitesse de sa décomposition, l'émanation pouvant être assimilée à un gaz doit, semble-t-il, être ionisé. Cette action ionisante pourrait alors augmenter la mobilité de l'émanation dans un champ électrostatique et peut être faciliter de ce fait l'activation des corps électrisés négativement et en contact avec elle

Pour étudier l'effet des rayons X sur l'émanation nous avons adopté le dispositif suivant : Deux tubes de verre (figure 1) AA fermés par des bouchons rodés, BB communiquent entre eux et avec une ampoule R contenant une petite quantité d'un sel de radium. Chacun des tubes AA renfermait deux rondelles de cuivre C_1C',

formant comme les plateaux d'un condensateur. Les rondelles supérieures étaient portées par les tiges de platine T_1T_1 traversant les bouchons et pouvant être maintenues à un potentiel négatif; les rondelles inférieures étaient généralement à la terre par l'intermédiaire des fils T_2T_2 ainsi que la cage de plomb PPPP renfermant tout l'appareil.

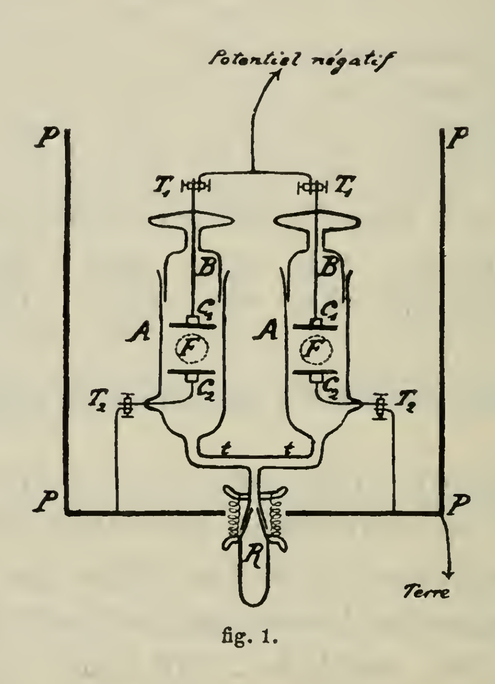


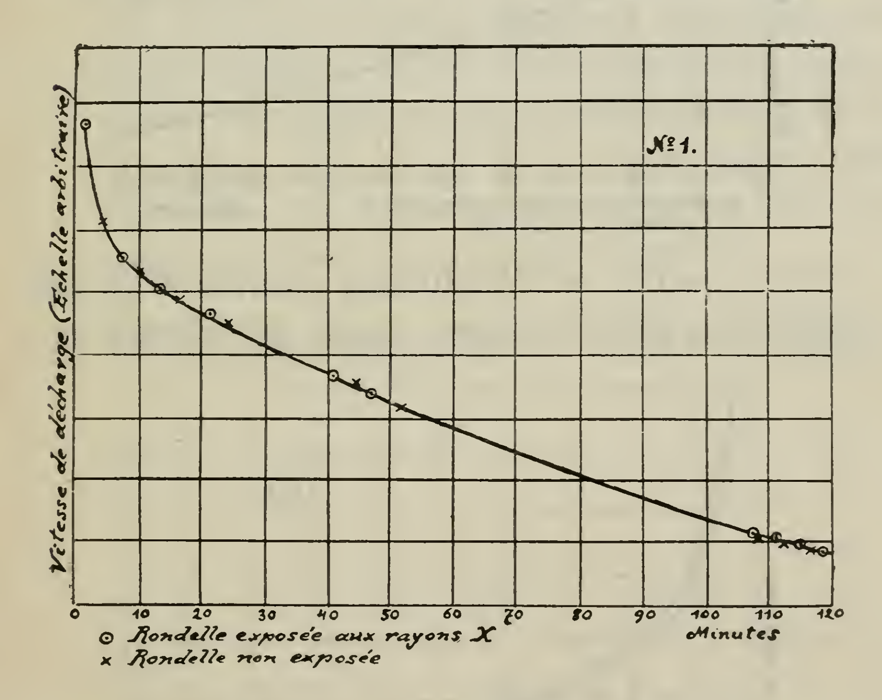
fig. 1.

Deux fenêtres FF permettaient à volonté de faire agir les rayons X sur l'un ou l'autre tube, sans frapper directement les rondelles de cuivre.

L'expérience a été faite de la façon suivante : Les rondelles supérieures C_1C_1 furent portées à un potentiel négatif de 1500 à 2000 volts. Pour dégager l'émanation on introduisait dans l'ampoule R 25 mgr. d'un sel radifère (activité 1000) qu'on chauffait au rouge. Pendant l'activation (d'une durée de 5 à 6 heures) on faisait agir les rayons X sur la portion de l'émanation

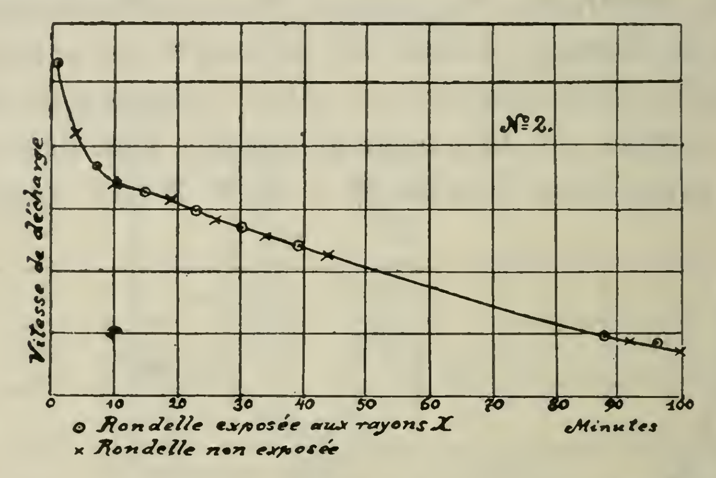
contenue entre les rondelles de l'un des tubes A et on maintenait l'autre tube à l'abri de ces rayons.

La comparaison des activités induites recueillies par les deux rondelles supérieures C_1C_1 n'a fourni aucune différence non seulement des lois de désactivation mais aussi des activités initiales. Pous arriver à ce résultat, il était nécessaire de rendre le champ électrostatique aussi symétrique que possible, les moindres dissymétries du champ produisant des différences des activités initiales assez considérables. Nous donnons plus loin les courbes de désactivation observées dans deux de nos expériences. Courbes N° 1 et N° 2. Les courbes

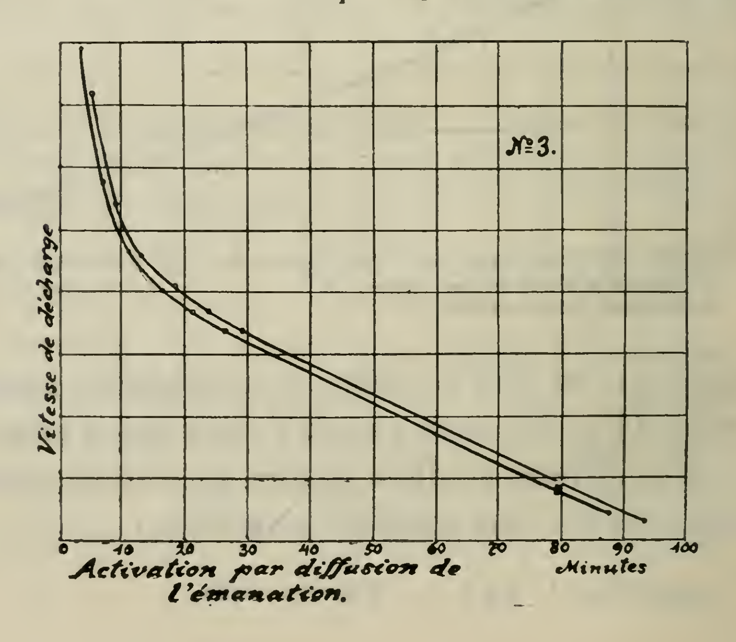


fournies par les deux rondelles se superposent complètement et l'on reconnait d'après l'allure que la proportion des différents produits déposés est sensiblement la même pour les deux rondelles comparées.

Il nous a semblé utile de contrôler la symétrie de notre dispositif par l'expérience suivante : L'activation des rondelles fut produite par simple diffusion de l'émanation en absence de tout champ électrostatique et des rayons X. Les activités obtenues dans ces conditions étaient beaucoup plus faibles (environ $^1/_5$) de celles qui se déposaient sous l'influence du champ. Néanmoins



les deux courbes de désactivation (courbes N° 3) ont montré une allure identique. Quant aux activités ini-



tiales, elles sont un peu différentes, mais la différence n'est pas supérieure à 3 °/₀. On comprend que cette différence de 3 °/₀, due à la dissymétrie de la diffusion soit complètement masquée lorsque le champ électrostatique agit et qu'alors les deux courbes se superposent.

Conclusions.

Ces diverses expériences montrent que dans les limites de précision où nous avons opéré nous n'avons pu déceler aucune influence des rayons X, sur les substances radioactives. Nous avons cru cependant bien faire de donner quelques détails sur ces recherches afin que l'on puisse se rendre compte des limites dans lesquelles ces conclusions sont acceptables ; peut-être des expériences plus précises ou de plus longue durée réussiraient-elles à déceler une action de ce genre. Nous espérons revenir un jour sur cette question.

Laboratoire de physique de l'Université de Genève.

SUR LA RADIOACTIVITÉ

DES

EAUX DE LAVEY-LES-BAINS

PAR

Ed. SARASIN, C.-E. GUYE et J. MICHELI

Sur la demande de M. le D[r] Aug. Wartmann, médecin de l'établissement des Bains de Lavey, nous avons entrepris avec le concours de M. Ch. Margot, préparateur au Laboratoire de Physique de l'Université de Genève, une étude sur la radioactivité des Eaux de Lavey.

Dans ces recherches nous avons fait usage de la méthode d'Elster et Geitel modifiée et perfectionnée par H. Mache, St-Meyer, et von Sury. Comme on sait, cette méthode consiste en principe à faire barboter de l'air à travers l'eau qu'il s'agit d'étudier et à observer la vitesse de décharge d'un électroscope mis en présence de cette atmosphère plus ou moins chargée d'émanation radioactive.

Quand au dispositif expérimental même, et au mode de corrections qu'il convient d'apporter aux expériences, nous avons suivi autant que possible ceux employés par M. von Sury dans sa thèse de doctorat « Uber die Radioactivität einiger schweizerischen Mineralquellen » [1].

En agissant ainsi nous avions l'avantage de rendre nos

[1] (Freiburg, Gebrüder Franière).

résultats plus directement comparables à ceux déjà publiés par M. von Sury sur un certain nombre d'eaux suisses.

Le détail de la méthode expérimentale ayant été décrit déjà par M. von Sury nous nous dispensons d'y revenir, renvoyant le lecteur à la publication précitée.

Avant d'effectuer les mesures définitives dont les résultats figurent plus loin, nous avons tenu à étudier préalablement notre appareil, afin de nous assurer qu'il fonctionnait normalement.

Cette étude préliminaire, a absorbé avec des intermittences les trois premières semaines du mois de juin 1907.

Elle nous a conduits à adopter toute une série de mesures de précaution dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer ici, mais destinées à assurer le bon fonctionnement de l'appareil.

Nous avons eu la preuve de l'efficacité de ces mesures en effectuant quelques expériences préliminaires sur l'eau de la canalisation de la ville de Genève.

Ces expériences nous ont servi en quelque sorte de « témoin », elles ont montré en particulier, ce qui était à prévoir, a priori, que l'eau de la canalisation était absolument dépourvue de radioactivité, en effet dans la limite des erreurs d'expérience, la vitesse de décharge de l'électroscope était exactement la même avant et après barbotage de l'air à travers cette eau. Convaincus par ces expériences préliminaires que notre appareil fonctionnait bien normalement, nous avons alors procédé aux expériences définitives, en substituant à l'eau de la canalisation de l'eau prise à la source des bains de Lavey, eau qui nous a été expédiée avec les

précautions nécessaires, par l'obligeante entremise de M. Pasche, directeur de l'établissement.

Nous avons effectué alors cinq analyses qui ont donné des résultats assez voisins et toujours du même ordre de grandeur.

Dans ces expériences nous avons pour chaque analyse procédé de la façon suivante.

En premier lieu, nous déterminions la vitesse de décharge de l'électroscope avant l'expérience, pour nous assurer que cette vitesse de décharge était normale.

Puis nous mettions en circulation l'air à travers l'eau et observions le maximum de vitesse de décharge lequel se produisait deux ou trois heures après, comme l'ont trouvé d'ailleurs d'autres expérimentateurs.

Nous interrompions alors l'expérience, afin d'effectuer la correction due à l'influence de la radioactivité induite de la cloche.

Enfin nous évaluions le résidu radioactif contenu dans le reste de l'appareil par une expérience effectuée après que la cloche eut perdu pratiquement sa radioactivité induite.

Ces manipulations, qui correspondent dans leur ensemble aux expériences de M. von Sury, duraient environ une journée pour chaque analyse.

Les résultats que nous donnons plus loin sont exprimés en unités de Mach, c'est à dire que la radioactivité est exprimée par le courant de décharge (unités électrostatiques CGS multipliées par 10^3.) correspondant à l'émanation contenue dans un litre d'eau.

Cette radioactivité est donnée par l'expression suivante :

$$R = 10^3 \left(\frac{V}{300}\right)\left(\frac{1000}{M}\right)\frac{C}{t} \qquad \text{(I)}$$

dans laquelle V représente en volts la chûte de potentiel de l'électroscope.

Dans le but d'obtenir des résultats plus comparables nous avons observé cette chûte toujours entre les mêmes limites.

M représente la quantité d'eau en expérience 460 cm. cubes dans nos expériences.

C est la capacité de l'électroscope et du cylindre disperseur, capacité que nous avons déterminée par une série d'expériences préalables. Dans toutes les expériences définitives, cette capacité était de 17,5 CGS.

Enfin *t* représente la durée de la décharge de l'électroscope, lorsqu'on a effectué tous les calculs de correction relatifs à la radioactivité de l'atmosphère, radioactivité induite et résidus radioactifs dans l'appareil.

La formule I exprime donc la *radioactivité de l'eau au moment de l'analyse*, c'est-à-dire au moment où on enlève la cloche pour faire les corrections. Si l'on veut tenir compte du fait que l'analyse ne peut être effectuée qu'un temps plus ou moins long après la prise de l'échantillon, il faudra pour obtenir la *rrdioactivité initiale à la source*, soit (R_0) multiplier l'expression (I) par l'exponentielle $e^{A\tau}$ dans laquelle e représente la base des log. nat. ; τ le nombre de jours ou fraction de jours, qui séparent l'analyse de la prise de l'échantillon ; A la constante de désactivation.

On aura donc :

$$R_0 = 10^3 \left(\frac{V}{300}\right)\left(\frac{1000}{M}\right)\frac{C}{t}\, e^{A\tau} \qquad \text{(II)}$$

C'est cette radioactivité initiale R_0 qu'il importe de

connaitre, si les eaux sont utilisées à la source même ou peu de temps après leur sortie.

Analyse n° 1.

L'eau a été captée à la source le 25 juin 1907, à 6 h. $^1/_2$ du matin.

Elle a été analysée le 25 juin 1907, à 6 h. 28 m. du soir.

D'où $\tau = \frac{1}{2}$ jour

D'autre part, on avait :

$$V = 38,5 \text{ volts}$$
$$M = 460 \text{ cm. cubes}$$
$$C = 17.5$$
$$A = 0,172$$
$$\frac{1}{t} = 0,00175$$

D'où

$$R = 8,55 \qquad \text{(I)}$$
$$R_0 = 9,3 \qquad \text{(II)}$$

Analyse n° 2.

L'eau a été captée le 25 juin 1907, à 6 h. $^1/_2$ du matin.
Elle a été analysée le 26 juin, à 2 h. 3 m. du soir.

D'où $\tau = 1,29$ jours.

D'autre part, on avait :

$$V = 38,5 \text{ volts}$$
$$M = 460 \text{ cm. cubes}$$
$$C = 17,5$$
$$A = 0,172$$
$$\frac{1}{t} = 0,00173$$

D'où

$$R = 8,45 \qquad \text{(I)}$$
$$R_0 = 10,5 \qquad \text{(II)}$$

Analyse n° 3.

L'eau a été captée le 1er juillet 1907, à 6 h. du soir.
Elle a été analysée le 2 juillet, à 2 h. du soir.

D'où τ = 20 heures, soit 0,835 jours

D'autre part, on avait :

$V = 38,5$ volts
$M = 460$ cm. cubes
$C = 17,5$
$A = 0,172$
$\frac{1}{t} = 0,00169$

D'où $R = 8,27$ (I)
$R_0 = 9,5$ (II)

Analyse n° 4.

L'eau a été captée à la source le 1er juillet 1907, à 6 h. du soir.

Elle a été analysée le 3 juillet, à 2 h. du soir.

D'où τ = 44 heures, soit 1,83 jours.

D'autre part, on avait :

$V = 38,5$ volts
$M = 460$ cm. cubes
$C = 17,5$
$A = 0,172$
$\frac{1}{t} = 0,00203$

D'où $R = 9,97$ (I)
$R_0 = 13,6$ (II)

Analyse n° 5.

L'eau a été captée à la source le 27 septembre 1907, à 2 h. du soir.

Elle a été analysée le 1er octobre, à 4 h. du soir.

D'où τ = 98 heures = 4,08

D'autre part, on avait :

$V = 38,5$ volts
$M = 460$ cm. cubes
$C = 17,5$
$A = 0.172$
$\frac{1}{t} = 0,00120$

D'où $R = 5,9$ (I)
$Ri = 11,9$ (I)

On le voit, ces cinq analyses ont toutes donné des résultats du même ordre de grandeur.

Les différences rentrent dans les limites d'erreurs d'expériences de la méthode ; nous adoptons donc la valeur moyenne soit :

N° 1	9,3
N° 2	10,5
N° 3	9,5
N° 4	13,6
N° 5	11,9
Moyenne R_0 = ...	11,0

Bien que l'ensemble de nos expériences nous ait montré que la radioactivité de l'eau de Lavey était une radioactivité temporaire due selon toute probabilité, à la présence de l'émanation du radium, nous avons voulu néanmoins nous assurer que cette eau n'entrainait pas avec elle une petite quantité de substance radioactive. A cet effet nous avons étudié des déchets provenant du raclage d'anciens tuyaux ayant servi de conduite à l'eau de Lavey ; ces déchets n'ont pas manifesté trace de radioactivité.

Il en a été de même des boues provenant du nettoyage des conduites à la fin de la saison.

Conclusions

Toutes les analyses que nous avons effectuées sur les eaux de Lavey (soit préliminaires, soit définitives) nous ont convaincus que ces eaux sont très nettement radioactives.

La moyenne des cinq analyses définitives, résumées ci-dessus nous conduit à admettre le chiffre moyen de

11 unités Mach. comme radioactivité initiale à la source; cette radioactivité étant vraisemblablement due à l'émanation du radium et diminuant par conséquent de moitié en 4 jours; l'analyse N° 5 met clairement ce fait en évidence. D'autre part des expériences effectuées sur l'eau de Lavey six semaines après captation nous ont montré que la radioactivité avait pratiquement disparu. Enfin l'étude des déchets provenant d'anciennes canalisations et des boues retirées lors du nettoyage des conduites ont démontré qu'il s'agit bien là d'une radioactivité temporaire, comme c'est le cas en général pour les eaux de source. Cette propriété bien connue de l'émanation du radium, de posséder une radioactivité temporaire a été comme on sait, invoquée pour expliquer la plus grande efficacité thérapeutique des eaux prises à la source.

Si l'on compare l'eau de Lavey, aux eaux de sources suisses qui ont été analysées par M. von Sury, dans des conditions presque identiques à celles de nos expériences, on voit que sa radioactivité est du même ordre de grandeur que celle de l'eau de Dissentis (Source St Placidus) la plus radioactive de ces eaux.

Le tableau ci-après, contenant les résultats de M. von Sury permet d'ailleurs cette comparaison.

Tableau.

Alvaneu	1,12
Andeer....................	0,51
Baden 14. Observations....	0,58
à diverses sources	0,24
Bonn près Fribourg.......	0,29
Dissentis (St-Placidus).....	11,37
Fideris	0.17

Louèche (Lorenzquelle) ...	0,26
Ragaz (Tamina)...........	0,33
Schwarzenburg...........	0,16
Source Branlère..........	0,72

Nous croyons bien faire de terminer cet exposé par une dernière remarque.

On a dit souvent et avec raison que presque toutes les eaux de sources sont radioactives.

Cette dénomination est justifiiée en effet, en ce sens qu'il est possible de déceler leur radioactivité par l'expérience. Mais on a parfois négligé d'ajouter que la réaction qui révèle cette curieuse propriété est peut-être la plus merveilleusement sensible de toute l'analyse, considérablement plus sensible même que l'analyse spectrale qui semblait jusqu'alors détenir le record.

Il serait donc abusif d'appeler eaux radioactives des eaux qui ne manifestent cette propriété que d'une façon tout-à-fait secondaire.

Tel est en effet le cas d'un grand nombre de sources, comme on pourra s'en convaincre par le tableau que nous avons cité.

L'eau de Lavey, d'après l'étude que nous en avons faite ne rentre nullement dans cette catégorie; elle est au contraire nettement radioactive et doit être considérée comme une des eaux les plus radioactives connues actuellement en Suisse.

Genève. Laboratoire de physique de l'Université, le 15 octobre 1907.

LES ENZYMES

ET LA FACULTÉ GERMINATIVE DES GRAINES

PAR

le Dr G. ALBO

Privat docent de botanique à l'Université de Messine

Les graines, à l'état de repos, vivent lentement[1] et utilisent, pour leurs manifestations vitales, l'énergie chimique accumulée dans leurs matériaux de réserve ; mais au bout d'un temps plus ou moins long, et alors même que leurs réserves existent encore, ces graines perdent leur faculté germinative.

Les travaux de Gain[2], Licopoli[3], Giglioli[4], Balland[5] et de beaucoup d'autres, ont montré que les graines perdent leur faculté germinative lorsqu'elles ont subi de profondes altérations dans leur structure et leur com-

[1] G. Albo. La vita dei semi allo stato di riposo. *Bull. Soc. bot. ital.*, 1907, Firenze.

[2] Gain. Sur les embryons du blé et de l'orge pharaoniques. *C. R.*, 1900, t. 130, p. 1643. Sur le vieillissement de l'embryon des Graminées. *C. R.*, 1901, t. 133, p. 1248:

[3] Licopoli. Alcune sementi provenienti dagli scavi di Pompei. *Rend. Accad. d. Scienze di Napoli,* v. 29, 1890, p. 85.

[4] Giglioli. Chimica agraria, Napoli, 1902, p. 337.

[5] Balland. Sur la conservation des blés. *C. R.*, 1895, t. 120, p. 1429.

position chimique. D'ordinaire, cependant, elles perdent aussi cette faculté tout en n'ayant subi que des altérations assez légères pour échapper aux observations les plus exactes, ou même sans en avoir éprouvé aucune.

Les pages qui suivent ont pour but d'indiquer les causes ou au moins l'une des causes pour lesquelles les graines, en apparence normales quant à leur structure et à leur composition chimique, peuvent perdre toute possibilité de revenir à la vie. L'extraction des substances actives existant dans les divers échantillons et la détermination de leur pouvoir diastasique ont été effectuées selon les indications fournies par Effront dans l'ouvrage cité ci-après. La détermination de la quantité de sucre produite par l'activité des enzymes a été faite au moyen du réactif de Fehling et selon la méthode de Soxhlet (voir Fresenius *Anal. quant.*, *6me édition française, p. 1081*).

Les matériaux de réserve nutritive destinés à entretenir la vie ralentie des graines pendant leur période de repos, subissent nécessairement une profonde et lente transformation due à l'activité d'enzymes appropriés. Que les graines renferment des enzymes, c'est là un fait connu depuis très longtemps. Kirchhoff[1], dès 1814, avait observé que le gluten brun est capable de produire la transformation de l'amidon en sucre, et Dubrunfaut[2] a montré que le gluten et par conséquent aussi les graines à l'état de repos contiennent une petite quantité de diastase.

[1] Kirchhoff, Formation du sucre dans les céréales. *Journal de Pharmacie*, 1816, p. 250; *Acad. de St-Pétersbourg*, 1814.

[2] Dubrunfaut. Mém. sur la saccharification. *Soc. d'agriculture de Paris*, 1823.

Gorup-Besanez[1] a obtenu, avec des graines de *Vicia*, de *Sinum* et de *Cannabis*, un extrait ayant la propriété de la diastase. Baranetzky[2] a retiré de la diastase des graines de *Pisum*, *Mirabilis*, *Aesculus*. Van der Harst[3] a obtenu le même résultat avec celles de *Vicia Faba*. Will et Krauch[4] ont trouvé de la diastase dans les graines en repos de *Pinus*, *Maïs*, *Hordeum*, *Cucurbita*. Detmer[5] et Johannsen[6] dans celles du *froment*. Brasse[7] dans les graines de *Papaver*, *Ricinus*, *Helianthus*. Lintner et Eckhardt[8] dans celles de la *grenade*.

Beaucoup d'autres auteurs se sont occupés de ce sujet, tels que Egoroff[9], Bourquelot et Herissen[10], ainsi que Wortman[11]. Ce dernier, qui a trouvé la diastase dans les graines de *Linum*, *Cucurbita*, *Ricinus*, *Maïs*, *Pisum*, *Lens*, *Phaseolus*, *Hordeum*, *Secale*, *Triticum*

[1] Gorup-Besanez. *Ber. chem. Ges.*, Bd. 7, 1874.

[2] Baranetzky. Die Stärke umbildende Fermente. 1878.

[3] Von der Harst. *Biedermann Centr.*, p. 582, 1878.

[4] Will et Krauch. *Landw. Versuchstat.*, Bd. 23, p. 77, 1879.

[5] Detmer. Pflanzenphysiol, Untersuch. über Fermentbildung, 1883.

[6] Johannsen. Fermenter: Hvedekornet (*Melldelelsen fra Botaniska Forening*; Kiöbenhavn N° 9, p. 206) in *Just' Iabrech*, 1886, Bd. I, p. 134.

[7] Brasse. Sur la présence de l'amylase dans les feuilles. *C. R.*, t. 99, p. 878, 1884.

[8] Lintner et Eckhardt. *Journ. prakt. Chem.* Bd. 41, 1890. Lintner. Uber dias diastatische Ferment des ungekeimten Weizens, *Zeitschr. für das gesam. Brauwesen* N° 22, p. 497, 1888.

[9] Egorof. Sur la diastase des graines crues. *Journal de la Soc. Chim. et Phys. St-Pétersbourg*, t. 25.

[10] Bourquelot et Herissey. Sur la présence de séminase dans les graines à albumen corné au repos. *C. R.*, 1900, t. 131, p. 903.

[11] Wortmann. Uber den Nachweis, das Vorkommen und die Bedeutung des diastatischen Enzyms in den Pflanzen. *Bot. Zeitung*, 1890, N° 37-41.

et *Avena*, n'attache, il est vrai, aucune importance au phénomène de la transformation de l'amidon en sucre, parce qu'il la considère comme un résultat de l'action directe du protoplasme sur le suc cellulaire. Mais Effront[1] rejette, au contraire, cette interprétation, et Prunet[2], en étudiant les tubercules de la patate, arrive à des conclusions opposées.

La bibliographie sommaire qui précède montre toute l'importance physiologique qu'ont pour les graines les enzymes qu'elles contiennent, importance que nos recherches tendent à confirmer.

En effet, si on détermine le pouvoir diastasique de divers échantillons de graines soit à l'état de repos et possédant leur maximum de faculté germinative, soit lorsqu'elles l'ont plus ou moins, voire même entièrement perdue, et si l'on détermine d'autre part le pouvoir germinatif d'échantillons semblables en calculant le pour cent des graines qui lèvent, on trouve que le même rapport numérique existe entre les enzymes et le pouvoir germinatif des graines.

L'expérience a montré que l'activité diastasique des graines à l'état de repos est en général assez faible et qu'elle varie non seulement d'une espèce végétale à l'autre et avec l'âge des graines, mais aussi pour des graines de diverses provenances ou conservées dans des conditions différentes.

En outre, malgré de légères discordances, on constate facilement que les phénomènes en question suivent une marche régulière et il en ressort, avec une com-

[1] Effront. Les enzymes, Paris, 1899, p. 122.

[2] Prunet. Sur le mécanisme de la dissolution de l'amidon dans les plantes. *C. R.*, 1892, t. 125, p. 751.

plète évidence, que le pouvoir diastasique des graines varie sensiblement de la manière suivante :

Les graines normales, à pouvoir germinatif élevé, ont aussi un fort pouvoir diastasique. Lorsque le pouvoir germinatif est faible, ce qui se reconnaît à l'âge des graines, le pouvoir diastasique est aussi plus faible. Et dans les graines qui ont perdu la faculté de germer, alors même qu'elles n'ont encore subi aucune altération sensible dans leur structure et leur composition chimique, le pouvoir diastasique est diminué ou complètement annulé.

En continuant ces recherches, j'ai pu constater que les graines qui ont un fort pouvoir germinatif le perdent complètement, ainsi que leur pouvoir diastasique. lorsqu'on les immerge pendant quelques heures dans de l'eau que l'on chauffe ensuite rapidement jusqu'à la température de 90°.

Les graines desséchées graduellement à une température ne dépassant pas 30° à 35° conservent intact leur pouvoir germinatif et la quantité de diastase qu'elles renferment est à peu près la même qu'avant la dessication, alors qu'elles ne contenaient que de 10 à 14 °/₀ d'eau.

Les graines desséchées lentement et maintenues pendant quelques minutes aux températures extrêmes de 100° ou de — 13° conservent en grande partie leur pouvoir germinatif, ainsi qu'un pouvoir diastasique peu inférieur à celui des graines normales. Toutefois, il faut attacher ici moins d'importance à leur résistance propre qu'à ce que les températures extrêmes ne peu-

vent se communiquer à la totalité des graines vu la courte durée de l'expérience.

Les graines maintenues pendant quelques heures dans de l'eau tiède, à la température de 25°, présentent plutôt un léger accroissement de leur pouvoir diastasique. On constate alors que les premiers processus de la germination sont d'autant plus accélérés et l'action diastasique rendue d'autant plus sensible que l'immersion des graines a duré plus longtemps.

En général, et pour des graines normales, toute manifestation vitale paraît être en corrélation avec l'activité diastasique, de sorte que l'on ne peut supprimer celle-ci sans annuler celle-là. Ainsi donc, il arrive ordinairement que les agents externes influent dans le même sens sur le pouvoir germinatif des graines et sur les enzymes. En fait, lorsqu'ils sont en solution ou lorsqu'ils contiennent de l'eau, les enzymes sont plus sensibles à une élévation de température [1], tandis qu'ils supportent une température plus élevée s'ils ont été desséchés graduellement [2]. En outre, ils offrent une notable résistance aux basses températures lorsqu'ils se trouvent en dehors de l'organisme [3]. Les mêmes phéno-

[1] Au-dessus de 60°, la plus grande partie des enzymes perdent plus ou moins rapidement leur activité. La diastase en solution aqueuse réchauffée au-dessus de 63° se trouve être notablement affaiblie.

Bourquelot. *C. R.*, 1887, t. 104, p. 576; Moritz et Glendirming. *Journ. Chem, Soc.*, 1892, t. I, p. 689; Kjeldohl ed altri autori. in Czapek. *Biochemie der Pflanzen*, Bd. I, p, 345, 1905.

[2] Les enzymes bien desséchés et portés à une température élevée présentent un affaiblissement sensible, mais leur activité n'est pas détruite. Hueppe. *Chem. Centralbl.*, 1881, p. 745, et *Botan. Jahrb.*, 1881; Solkowsky. *Br. Chem. Ges.*, 1881, vol. 14, p. 114.

[3] Krabbe trouve que les diastases ne sont pas encore détruites à — 3° et — à 15°. *Jahrb. Wissensch. Botan.*, 1890, t. 21, p. 61 ;

mènes se reproduisent à peu près de la même manière en ce qui concerne le pouvoir germinatif de graines ravivées au moyen d'une quantité suffisante d'eau ou desséchées et soumises ensuite à des températures extrêmes[1].

L'action d'une lumière intense est également nuisible aux enzymes[2] et au pouvoir germinatif des graines[3].

Finalement, les stimulants chimiques agissent dans le même sens sur les graines et sur les enzymes, bien que, pour des raisons encore inconnues, certaines substances chimiques excitent l'activité diastasique, tandis qu'elles dépriment l'activité germinative ou vice-versa.

La bibliographie assez étendue qui accompagne cet écrit nous dispense de parler ici, malgré tout son intérêt, du nouveau travail de Effront sur ce même sujet, publié dans les comptes-rendus (t. 141, 1905, p. 626).

En combinant ensemble les résultats de nos recherches et de tous les autres travaux que nous avons mentionnés, nous nous résumerons brièvement en ces termes :

Müller-Turgau démontra que à 0° les diastases agissent sensiblement. *Landw. Jahrb*, 1885, t. 14, p. 795.

[1] L'action de la température sur les graines est en rapport avec la quantité d'eau qu'elles contiennent. Boussingault. *Chim. agron. phys*, 1864, t. 3; Hohnel. *Jahrb. und Agrikulture chem.*, 1877, p. 183; Kellermann. *Ann. agr.*, t. 18, 1892, p. 132; Jodin. *C. R.*, t. 129, p. 893, 1899.

[2] Duclaux. Traité, t. 2, 1899, p. 221; Emmerling, *Ber. Chem. Gesell.*, 1901, Bd, 34, III, p. 3811; Fernbach. *Ann. Inst. Pasteur*, 1899, t. III, p. 473.

[3] L'action de la lumière sur les graines se manifeste en général par un retard de la germination et ensuite par la mort des embryons. E. Laurent. *C. R.*, t. 135, p. 1295, 1902; Jodin. *C. R.*, t. 135, p, 443, 1902; Detmer. *Vergleichende Keimungs Physiologie*, 1880, Iena, p. 448-449.

L'aptitude à germer est intimément liée au pouvoir diastasique des graines.

L'action des enzymes consiste dans une excitation de l'énergie chimique se produisant lentement dans les graines à l'état de repos et rapidement dans les graines en train de germer.

Les graines qui ne contiennent pas d'enzymes et qui ne sont pas capables d'en produire ont perdu pour toujours toute faculté germinative, même si elles n'ont éprouvé aucune modification chimique ou structurale.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

PENDANT LES MOIS DE

Juin, Juillet et Août 1907

(ÉTÉ 1907)

OBSERVATIONS DIVERSES

Juin 1907.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : le 23 à Savatan; les 13 et 14 à Dailly; les 1, 2, 3, 11, 13, 14, 23 et 30 à l'Aiguille.

Orages les 12, 28 et 29.

Juillet 1907.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : les 1, 6 et 8 à Dailly; les 1, 2, 6 et 8 à l'Aiguille.

Orages les 5, 24 et 30.

Août 1907.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : le 20 à Dailly; les 7, 20 et 23 à l'Aiguille.

Orages les 6, 7, 9, 10, 15 et 19.

MOIS DE JUIN 1907

Jours du mois.	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	699.2	**653.7**	+ 10.1	+ 7.5	95	89	10	10	9	5.6	....	5.0	....	5.2	....	4.1	....
2	700.1	654.7	10.7	6.6	81	100	9	10	10	4.3	....	5.5	....	5.0	....	3.3	....
3	705.0	658.4	**9.8**	**5.5**	84	85	8	7	8	1.5	....	1.4	....	1.8	....	3.6	....
4	706.1	659.7	11.1	7.9	61	60	3	4	4	0.4	....	....	....	0.3	....	0.3	....
5	703.5	658.2	13.4	12.0	67	53	4	6	5	11.3	....	11.3	....	9.4	....	7.8	....
6	703.9	658.1	12.2	7.3	64	81	9	7	9	0.1	....	....	....	0.2	....	0.1	....
7	704.5	658.4	12.5	8.2	69	90	9	8	7	1.1	....	0.4	....	0.6	....	0.6	....
8	703.9	658.5	13.2	10.9	70	86	2	2	2	....	....	....	....	....	....	....	....
9	703.9	658.6	18.0	**16.7**	**51**	**43**	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
10	703.9	659.2	19.1	15.4	53	54	5	4	3	....	....	....	....	....	....	....	....
11	704.5	660.2	18.7	14.6	76	83	6	4	5	....	....	....	....	....	....	....	....
12	703.1	658.4	16.7	14.1	85	84	8	7	5	**24.0**	....	**24.2**	....	**30.1**	....	**27.5**	....
13	704.1	658.5	9.9	6.9	100	100	10	10	10	13.8	....	14.8	....	26.1	....	25.8	....
14	706.5	660.4	11.0	7.1	89	100	10	10	8	....	....	0.1	....	0.2	....	1.3	....
15	**708.0**	661.9	15.8	10.9	75	91	8	8	9	....	....	....	....	....	....	....	....
16	707.8	662.2	16.2	12.7	67	75	5	5	5	....	....	....	....	....	....	....	....
17	706.7	661.4	14.2	12.5	63	70	1	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
18	705.6	660.0	16.7	14.1	59	56	1	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
19	706.7	661.4	18.4	14.3	53	58	4	4	4	....	....	....	....	....	....	....	....
20	705.7	661.0	18.7	16.6	61	58	0	0	1	....	....	....	....	....	....	....	....
21	705.0	660.7	19.3	16.4	65	63	7	7	8	1.0	....	0.2	....	1.2	....	0.2	....
22	706.5	661.2	16.5	13.3	100	92	8	8	8	16.6	....	17.1	....	20.1	....	21.3	....
23	707.5	661.6	10.9	7.7	100	92	10	10	10	18.0	....	19.6	....	20.4	....	15.8	....
24	707.7	662.5	12.7	9.6	88	51	3	6	4	....	....	....	....	....	....	....	....
25	706.5	661.2	13.7	10.3	95	79	3	6	3	....	....	....	....	....	....	....	....
26	707.0	661.4	16.6	13.4	95	62	5	5	5	....	....	....	....	....	....	....	....
27	707.4	**662.6**	18.6	16.1	82	49	0	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
28	706.1	661.7	**19.5**	16.6	84	57	8	7	7	10.4	....	12.1	....	14.0	....	13.7	....
29	704.0	659.5	17.1	14.1	100	85	8	8	7	22.6	....	23.5	....	23.5	....	16.6	....
30	**698.9**	654.4	+ 15.8	+ 12.6	94	74	5	7	7	0.2	....	....	....	....	....	....	....
MOIS	704.95	659.65	+ 14.90	+ 11.72	78	74	5.6	5.8	5.5	130.9	....	135.2	....	158.1	....	142.0	....

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1907

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1re décade...	703.33	702.91	703.69	703.31	657.69	657.64	657.90	657.74
2me » ...	705.99	705.54	706.10	705.88	660.49	660.41	660.71	660.54
3me » ...	705.82	705.17	705.99	705.66	660.64	660.53	660.82	660.67
Mois..	705.05	704.54	705.26	704.95	659.61	659.53	659.81	659.65

Température.

	Savatan					
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. moyen	Maxim. moyen
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	+ 10.22	+ 15.24	+ 13.52	+ 12.99	+ 9.8	+ 18.2
2me » ...	13.22	17.74	15.94	15.63	12.1	20.4
3me » ...	14.76	18 30	15.14	16.07	12.2	20.4
Mois..	+ 12.73	+ 17.09	+ 14.87	+ 14.90	+ 11.4	+ 19.7

	Dailly					
1re décade...	+ 7.82	+ 11.65	+ 9.91	+ 9.79	+ 5.5	+ 13.5
2me » ...	10.67	14.40	12.03	12.37	8.2	15.7
3me » ...	11.87	15.06	12.10	13.01	8.0	16.4
Mois..	+ 10.12	+ 13.70	+ 11.35	+ 11.72	+ 7.2	+ 15.2

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	80	60	68	69	82	71	69	74
2me » ...	84	66	68	73	84	75	73	77
3me » ...	90	94	87	90	75	67	69	70
Mois..	85	74	74	78	80	71	71	74

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7h.m.	1h.s.	9h.s.	Moyenne	7h.m.	1h.s.	9h.s.	Moyenne	7h.m.	1h.s.	9h.s.	Moyenne
1re décade...	6.3	4.9	6.7	6.0	6.3	5.7	5.2	5.7	5.2	5.6	6.2	5.7
2me » ...	6.1	4.5	4.9	5.2	5.0	6.1	4.7	5.3	5.9	4.7	4.0	4.9
3me » ...	6.1	5.6	5.4	5.7	6.8	6.8	5.7	6.4	6.2	5.7	6.1	6.0
Mois..	6.2	5.0	5.7	5.6	6.0	6.2	5.2	5.8	5.8	5.3	5.4	5.5

MOIS DE JUILLET 1907

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne Savatan	Baromètre Hauteur moyenne Dailly	Thermomètre Température moyenne Savatan	Thermomètre Température moyenne Dailly	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Savatan	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Dailly	Nébulosité moyenne Lavey	Nébulosité moyenne Savatan	Nébulosité moyenne Dailly	Pluie et Neige (hauteur mesurée) Lavey Pluie	Lavey Neige	Savatan Pluie	Savatan Neige	Dailly Pluie	Dailly Neige	Aiguille Pluie	Aiguille Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	**698.7**	**653.5**	+12.1	+ 8.4	100	100	10	10	10	**13.5**	....	15.0		17.6	....	17.2	....
2	701.5	655.7	**9.0**	**5.7**	100	95	10	10	10	6.4	....	5.8	....	6.1	....	6.9	....
3	704.7	658.6	10.7	6.7	98	76	5	7	7	....	....	....	....	....	....	....	....
4	705.3	660.4	16.1	12.6	70	50	2	2	3	....	....	....	....	....	....	....	....
5	706.8	661.9	18.0	14.5	64	55	2	3	5	2.5	....	2.1	....	3.9	....	2.2	....
6	708.0	662.5	13.7	10.6	100	92	10	9	9	7.5	....	9.5	....	11.2	....	13.3	....
7	704.6	659.6	13.7	9.9	78	71	5	7	3	0.5	...	....	....	0.4	....	1.1	....
8	704.0	658.3	13.1	7.4	100	100	10	10	10	9.4	....	9.9	....	12.8	....	12.3	....
9	708.8	663.1	13.1	9.1	60	71	4	4	2	....	....	....	....	....	....	....	....
10	710.1	664.1	14.8	10.6	58	77	7	7	7	2.2	....	4.6	....	6.9	....	7.5	....
11	**710.9**	**664.6**	11.8	7.9	65	84	5	6	5	....	....	0.7	....	0.5	....	0.3	....
12	710.1	664.3	12.5	8.4	58	68	0	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
13	709.4	663.6	12.8	9.2	61	71	3	3	3	....	....	....	....	....	....	....	....
14	709.0	663.2	14.4	11.1	59	67	2	3	2	....	....	....	....	....	....	....	....
15	705.8	661.9	16.0	12.8	66	75	2	2	2	....	....	....	....	....	....	....	....
16	706.5	661.6	16.9	13.7	69	75	2	2	1	....	....	....	....	....	....	...	....
17	705.4	660.7	18.1	15.2	61	72	1	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
18	703.8	659.1	18.7	15.1	58	68	1	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
19	704.3	659.7	19.0	15.5	60	71	0	0	1	....	....	....	....	....	....	....	....
20	705.5	660.6	18.3	15.6	59	62	0	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
21	703.6	659.3	18.5	14.9	58	66	3	4	3	....	....	....	....	....	....	....	....
22	702.6	658.4	18.3	14.5	53	60	5	4	3	....	....	....	....	....	....	....	....
23	702.5	657.7	18.5	16.0	**48**	**46**	3	5	4	....	....	....	....	....	....	....	....
24	702.4	658.2	19.3	15.9	64	67	9	6	8	3.9	....	4.2	....	7.1	....	4.1	....
25	701.6	657.5	16.3	13.6	86	83	9	8	9	2.0	....	2.4	....	2.7	....	2.6	....
26	703.8	658.9	17.3	14.2	70	92	8	9	9	0.8	....	1.1	....	1.7	....	1.5	....
27	707.2	662.2	18.9	14.7	58	78	1	3	1	....	....	....	....	....	....	....	....
28	708.8	663.1	20.2	14.9	55	64	0	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
29	706.4	662.2	**21.9**	**18.6**	51	53	0	0	1	....	....	....	....	....	....	....	....
30	702.3	658.8	18.0	15.6	63	75	9	7	9	13.2	....	**16.5**	....	**19.9**	....	**18.5**	....
31	704.5	659.2	+14.3	+10.1	52	69	5	5	4	....	....	....	....	....	....	....	....
Mois	705.45	660.41	+15.95	+12.36	68	73	4.3	4.6	4.3	61.9	....	71.8	....	90.8	....	87.5	....

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1907

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1re décade...	704.92	704.90	705.93	705.25	659.41	659.65	660.29	659 78
2me » ...	707.53	706.71	706.97	707.07	662.01	661.90	661.85	661.92
3me » ...	704.14	703.82	704.51	704.15	659.41	659.46	659.90	659.59
Mois..	705.49	705.10	705.76	705.45	660.25	660.31	660.66	660.41

Température.

	Savatan					
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. moyen	Maxim. moyen
	o	o	o	o	o	o
1re décade...	+12.06	+15.10	+13.12	+13.43	+ 9.7	+17.0
2me » ...	11.75	19.14	16.72	15.87	11.4	21.7
3me » ...	16.05	20.75	18.15	18.32	14.6	23.4
Mois..	+13.38	+18.41	+16.06	+15.95	+ 12.0	+20.8
	Dailly					
1re décade...	+ 7.97	+11.71	+ 9.01	+ 9.56	+ 5.3	+12.6
2me » ...	9.96	15.23	12.17	12.45	7.7	16.6
3me » ...	13.75	16.85	13.87	14 83	11.4	20.7
Mois..	+10.66	+14.67	+11.75	+12.36	+ 7.9	+16.1

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	82	73	71	75	88	73	76	79
2me » ...	73	47	49	56	84	63	68	71
3me » ...	65	57	59	60	69	67	70	69
Mois..	78	63	63	68	80	67	71	73

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	7.3	5.2	5.6	6.0	7.6	6.7	6.3	6 9	7.5	6.3	5.7	6.5
2me » ...	1.3	2.8	0.1	1.4	2.3	3.1	1.3	2.2	1.1	3.4	0.6	1.7
3me » ...	4.6	5.4	4.0	4.7	4.7	5.5	4.0	4.8	4.2	6.0	5.2	5.1
Mois..	4.7	4.7	3.5	4.3	4.9	5.1	3.9	4.6	4.1	5.1	3.7	4.3

MOIS D'AOUT 1907

Jours du mois.	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	o	o	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	705.1	660.1	+15.0	+11.3	58	78	3	2	2	....	....	....	....	....	....	....	....
2	706.9	661.8	17.6	14.5	55	69	1	0	2	....	....	....	....	....	....	....	....
3	707.6	662.7	20.2	17.2	51	58	3	2	2	....	....	....	....	....	....	....	....
4	706.5	662.4	22.7	21.1	45	41	2	2	3	....	....	....	....	....	....	....	....
5	704.5	661.5	**25.0**	**23.5**	**38**	**36**	5	1	3	....	....	....	....	....	....	....	....
6	704.1	660.4	24.3	20.2	46	44	4	3	6	18.5	....	20.6	....	23.3	....	17.3	....
7	708.9	663.5	14.8	12.7	**91**	88	8	8	7	14.5	....	17.0	....	20.2	...	17.8	....
8	710.0	664.9	17.8	16.1	68	78	1	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
9	707.3	663.1	20.5	18.9	62	65	5	4	4	....	....	....	....	0.7	....	0.2	....
10	703.8	659.6	20.9	16.5	52	62	8	7	7	8.0	....	9.5	....	10.0	....	8.4	....
11	707.9	662.7	19.1	15.7	68	83	5	4	6	0.8	....	0.5	....	1.0	....	1.2	....
12	709.9	664.8	20.0	16.3	60	75	3	2	2	....	....	....	....	....	....	....	....
13	**711.2**	**666.3**	20.4	17.2	49	55	1	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
14	707.9	663.8	20.7	18.2	54	57	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
15	**703.3**	**658.8**	19.1	16.1	68	71	5	4	5	**32.7**	....	**32.9**	....	**37.1**	....	**32.2**	....
16	705.6	659.8	**11.6**	**8.1**	83	92	9	7	9	3.2	....	1 2	....	1.4	....	2.7	....
17	707.5	661.5	14.2	9.8	64	89	5	5	5	1.0	....	....	....	....	....	....	....
18	708.2	662.8	17.3	15.2	55	51	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
19	705.9	661.4	20.5	18.9	58	54	5	5	5	8.0	....	8.5	....	8.6	....	7.4	....
20	707.0	661.1	13.3	10.5	83	**94**	9	9	9	0.8	....	0.2	....	0.2	....	0.1	....
21	710.5	664.0	13.0	8.6	52	72	2	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
22	710.5	664.7	13.1	9.2	55	69	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
23	707.0	661.3	13.6	10.3	59	78	5	7	4	....	....	....	....	....	....	....	....
24	706.9	661.3	14.5	11.0	61	70	8	6	7	....	....	....	....	....	....	....	....
25	708.6	662.8	16.2	13.0	59	73	1	1	2	....	....	....	....	....	....	....	....
26	708.5	663.5	16.7	14.6	61	68	0	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
27	707.8	663.2	18.9	17.2	52	48	3	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
28	707.1	663.0	20.9	18.8	40	37	2	3	1	....	....	....	....	0.1	....	....	....
29	707.1	662.0	18.0	15.6	74	71	9	10	10	3.9	....	2 0	....	2.5	....	0.6	....
30	707.4	662.9	17.9	13.8	69	87	5	5	6	0.3	....	....	....	0.8	....	0.4	....
31	705.2	660.8	+17.7	+14.9	66	83	4	3	6	1.6	....	3 1	....	3.7	....	3.2	....
Mois	707.28	662.34	+17.92	+14.99	60	68	3.9	3.4	3.8	93.3	....	95.5	....	109.6	....	91.5	....

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1907

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1re décade...	706.68	706.27	706.48	706.48	662.16	661.89	661.98	662.01
2me » ...	707.64	706.96	707.68	707.43	662.31	662.15	662.38	662.28
3me » ...	708.18	707.68	707.74	707.87	662.80	662.54	662.72	662.68
Mois..	707.52	706.99	707.32	707.28	662.43	662.20	662.37	662.34

Température.

	Savatan					
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. moyen	Maxim. moyen
	o	o	o	o	o	o
1re décade...	+17.02	+22.24	+20.38	+19.88	+15.7	+25.4
2me » ...	14.94	20.14	17.76	17.61	13.3	22.4
3me » ...	13.53	19.18	16.53	16.41	12.9	21.3
Mois..	+15.11	+20.48	+18.17	+17.92	+13.9	+23.0
	Dailly					
1re décade..	+14.51	+19.36	+17.72	+17.20	+11.9	+21.3
2me » ...	12.52	16.81	14.48	14.60	9.8	19.0
3me » ...	11.11	15.44	13.54	13.36	8.3	17.5
Mois..	+12.66	+17.15	+15.19	+14.99	+ 9.9	+19.2

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	64	54	52	57	70	60	56	62
2me » ...	72	59	61	64	81	66	68	72
3me » ...	67	53	56	59	79	63	64	69
Mois..	68	55	56	60	77	63	63	68

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	3.9	3.4	4.5	3.9	2.5	2.9	3.5	3.0	3.6	3.6	3.7	3.6
2me » ...	4.0	4.1	4.3	4.1	3.3	3.6	4.3	3.7	3.9	4.5	4.4	4.3
3me » ...	3.6	4.3	3.1	3.7	3.5	4.0	2.7	3.5	3.5	3.7	2.9	3.4
Mois..	3.8	3.9	3.9	3.9	3.1	3.5	3.5	3.4	3.7	3.9	3.7	3.8

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LAUSANNE

Séance du 30 octobre 1907.

J. Larguier des Bancels. Solubilité de la gélatine. — L. Pelet. Dissociation des combinaisons de colorants acides et basiques par les substances adsorbantes. — P. Dutoit et M. Duboux. Dosage de l'acool dans les vins.

M. J. Larguier des Bancels expose le résultat de ses recherches sur les *conditions de solubilité de la gélatine.*

1° En présence de divers sels neutres, la gélatine se dissout dans l'eau à la température ordinaire (16°).

2° Les divers sels neutres manifestent à l'égard de cette substance une puissance de dissolution très différente. A concentrations égales, les sels des métaux bivalents exercent une action plus énergique que les sels des métaux monovalents; d'autre part, et pour un même métal, les azotates exercent, en général, une action plus énergique que les chlorures. Il faut ajouter que les sels de calcium exercent une action plus énergique que les sels correspondants des autres métaux bivalents.

3° En présence de divers électrolytes, et notamment de ceux que l'on vient d'indiquer, la gélatine se dissout dans les mélanges de certains non-électrolytes et d'eau, par exemple dans un mélange d'alcool et d'eau, ou d'acétone et d'eau. Toutes choses égales d'ailleurs, ces mélanges sont plus favorables à la dissolution de la gélatine que l'eau pure.

4° La gélatine dissoute dans l'eau, ou dans des mélanges de non-électrolytes et d'eau, peut être aisément récupérée. Il suffit pour cela d'éliminer les sels introduits dans les liqueurs, soit par dialyse, soit par une série de précipitations à l'aide d'un excès d'alcool et d'acétone et de redissolutions dans l'eau.

La gélatine obtenue dans ces conditions offre le caractère typique de ce corps. Elle se présente sous la forme de gel à la température ordinaire.

M. L. Pelet communique ses recherches sur la *dissociation des combinaisons de colorants basiques et acides.*

En précipitant un colorant basique par divers colorants acides, on obtient, dans des conditions convenablement choisies, des produits définis, que l'on peut considérer comme les combinaisons de la base colorante au résidu organique du colorant acide.

Une molécule de jaune naphtol S ou de ponceau cristallisé se combine à 2 molécules de fuchsine, de bleu de méthylène ou de safranine. Ces produits sont très peu solubles dans l'eau.

Si l'on ajoute à la solution aqueuse de ces produits des substances adsorbantes telles que la laine, le charbon animal, etc., on observe les phénomènes suivants :

En solution neutre, l'adsorbant dissocie la combinaison de colorants et fixe exclusivement l'élément basique, tandis que le résidu acide reste en solution.

En solution alcaline, on observe les mêmes phénomènes, avec cette différence toutefois que, si la concentration de NaOH dépasse certaines limites, le colorant basique subit facilement des phénomènes de réduction.

En solution acide, il y a également dissociation des combinaisons de colorants, mais l'adsorbant fixe l'élément acide, tandis que la solution reste colorée de la nuance du colorant basique.

Ces faits s'interprètent de la manière suivante : en solution neutre, l'adsorbant se charge négativement et par conséquent fixe le colorant positif. En bain alcalin, les

ions OH négatifs augmentent la charge de l'adsorbant; il y a toujours fixation du colorant basique.

En solution acide les ions H positifs chargent positivement la laine, le charbon animal, etc. et dans ce cas le colorant négatif (acide) est adsorbé.

Cette hypothèse permet, non seulement de comprendre beaucoup de phénomènes de l'industrie de la teinture, mais aussi d'expliquer le rôle et l'emploi du double colorant de Romanowky ou de Giemsa employé par les micrographes et formé d'une combinaison d'éosine et de bleu de méthylène.

Il en est de même pour les réactions cellulaires éosinophiles, neutrophiles, amphophiles et basophiles décrites par Ehrlich. La neutrophilie et l'amphophilie ne seraient que des cas particuliers de l'éosinophilie, et la théorie exposée ci-dessus permet de comprendre qu'il n'y a pas nécessairement une différence de constitution entre les substances cellulaires, noyaux et masse protoplasmique, mais que les diverses colorations sont dues bien plutôt à un revêtement d'ions H ou OH, qui donne aux substances protéiques leur caractère positif ou négatif.

MM. Paul Dutoit et Marcel Duboux ont étudié un *nouveau procédé pour doser l'alcool dans les vins.*

Cette méthode est basée sur la mesure de la température critique de dissolution (T. C. D.) et peut être effectuée très rapidement. On mesure la température à laquelle le mélange eau-alcool-nitrobenzène, ou eau-alcool-aniline, se trouble.

Ce procédé est plus sensible que celui qui repose sur la mesure des densités; on arrive à doser l'alcool dans le produit de la distillation du vin à 0.05 % près. A titre d'exemples, donnons quelques résultats d'analyse :

Vins		Alcool dosé par le picnomètre	Alcool dosé par la T. C. D.
Lavaux	1884	9.92 %	9.92 %
»	1898	10.24	10.30
»	1895	11.09	11.10
Genevois	1904	9.30	9.38

Séance du 28 novembre.

Th. Biéler. Dosage du soufre dans les polysulfures. — L. Pelet et C. Jess. Capillarité et adsorption. — P. B. Mojoin et L. Pelet. Adsorption de la safranine, de l'acide picrique et du jaune-naphtol S. — L. Pelet. Théorie colloïdale de la teinture. — P. Dutoit et H. Duperthuis. Conductibilités électriques des métaux.

M. Th. Biéler-Chatelan fait une communication sur le *dosage du soufre dans les polysulfures alcalins* (foies de soufre). Ce dosage est compliqué par le fait que ces produits n'ont pas une composition définie et qu'ils renferment, à côté des sulfures, des hyposulfites et des sulfates alcalins. Le titrage iodométrique pur et simple du soufre ne saurait donner des résultats précis et ne permet pas de calculer l'analyse.

Quant à la détermination gravimétrique du soufre précipité par l'iode, après extraction par le sulfure de carbone (procédé de Mortreux), elle donne des résultats meilleurs, mais trop faibles.

S'il s'agit de doser seulement le soufre des sulfures, le dosage gravimétrique de l'acide sulfurique à l'état de $BaSO_4$, après oxydation au moyen du brome, n'est exact qu'à la condition d'éliminer préalablement les hyposulfites et les sulfates alcalins. A cet effet, il faut dissoudre le polysulfure, non pas dans l'eau, qui dissout ces sels, mais dans l'alcool (exempt d'acidité), qui les laisse intacts. L'alcool à 85° est préférable à l'alcool absolu, dont le pouvoir dissolvant pour les polysulfures est trop faible.

Il convient d'opérer rapidement pour éviter que la solution alcoolique ne se trouble en laissant déposer un précipité alcalin jaunâtre.

Ces manipulations étant longues et délicates, M. Biéler a imaginé un procédé tout aussi exact, mais plus rapide, qui ne nécessite pas l'élimination des hyposulfites et des sulfates, et permet par conséquent d'opérer en solution aqueuse. Ce procédé consiste en principe à doser le soufre en le précipitant comme sulfure de cuivre, CuS, au

sein d'une solution titrée de sulfate de cuivre rendue ammoniacale.

On peut procéder par voie purement volumétrique en mesurant le volume V de solution de polysulfure nécessaire pour précipiter tout le cuivre dans un volume W de solution cupro-ammoniacale. On s'assure de la précipitation complète du cuivre par des essais à la touche avec le ferrocyanure de potassium comme indicateur. Le calcul de l'analyse est des plus simples, étant donné que 1 atome de cuivre correspond à 1 atome de soufre. Ce procédé volumétrique est assez exact, mais il exige une certaine habitude et n'est pas d'une précision rigoureuse.

On obtient des résultats beaucoup plus sûrs en procédant comme suit : dans un volume W de la solution cupro-ammoniacale (dont on connait la teneur totale en cuivre), on verse un volume *v* de la solution de polysulfure tel qu'il ne précipite qu'une partie du cuivre. Il ne reste plus qu'à doser gravimétriquement, par électrolyse, la quantité de cuivre non précipitée, pour obtenir, par différence, le poids du cuivre précipité comme sulfure.

MM. L. Pelet et C. Jess ont cherché les relations qui existent entre *l'ascension capillaire et l'adsorption.* En plongeant des bandes de papier à filtrer dans des solutions de matières colorantes de même teneur pendant 3 heures, on constate que les colorants acides, qui sont les moins adsorbés, s'élèvent beaucoup plus que les colorants basiques, et ces derniers davantage que les colorants directs. Dans des solutions du même colorant à des concentrations différentes, l'ascension est d'autant plus grande que la concentration est plus forte. Dans les solutions de colorants additionnées de sels, les résultats sont moins nets. La méthode de l'ascension capillaire ne donne pas des résultats très précis ; le phénomène est cependant en relations étroites avec l'adsorption.

MM. P. B. Mojoin et L. Pelet ont étudié l'*adsorption de la safranine, de l'acide picrique et du jaune naphtol* par différentes substances.

Les résultats obtenus concordent avec les valeurs précédemment trouvées pour d'autres colorants par Freundlich et Losev et par Pelet et Grand, et satisfont à l'équation $x = \beta c^e$.

En solution aqueuse à 17°, ils ont trouvé pour e et β les valeurs suivantes :

	e	β
Acide picrique — charbon de sang	0.25	138
» — laine	0.25	41.8
Jaune naphtol — charbon de sang	0.11	260
Safranine — charbon de sang	0.15	273.4
» — laine	0.15	24
» — silice précipitée et calcinée	0.15	22.3
» — terre d'infusoires	0.11	9.5

Les valeurs de e pour l'acide picrique sont également les mêmes que celles qui ont été trouvées par Walker, Appleyard et Freundlich.

M. Pelet expose la *théorie colloïdale de la teinture.*

Les fibres adsorbent les colorants suivant les lois de l'adsorption et d'une façon analogue aux substances amorphes à grande surface, telles que le charbon animal, la silice, l'alumine, les gels colloïdaux, etc.

Cette adsorption suit les règles de la précipitation mutuelle des colloïdes de signes opposés. Les ions des électrolytes de signe contraire activent la précipitation des colorants, les ions de même signe la retardent, et cela d'autant plus que la valence est plus élevée. Les ions H et OH ont une action prépondérante. Les fibres adsorbent d'autant plus de colorant basique qu'elles sont plus chargées négativement, et inversement.

MM. P. Dutoit et H. Duperthuis font une communication sur les *conductibilités électriques correspondantes des métaux*. La notion des températures correspondantes dans les solides cristallisés a conduit Kourbatoff à comparer les conductibilités (électriques ou thermiques) des métaux à des mêmes fractions de la température de fusion. Les

conductibilités correspondantes sont sensiblement égales pour tous les métaux sans points de transformation.

MM. P. Dutoit et H. Duperthuis montrent que l'expression

$$\log C - \log C_F = \left(\frac{T_F - T}{T}\right)^{0.5}$$

(C conductibilité à la température absolue; T C_F conductibilité à la température de fusion T_F) représente le phénomène.

En remplaçant la constante unique 0.5 par une valeur spécifique pour chaqne métal, qui est comprise entre 0.3 et 0.5, on obtient une formule remarquablement exacte et permettant de faire des interpolations de 4 — 500 degrés, ce qui n'est pas possible avec les formules empiriques actuellement en usage.

Séance du 12 décembre.

J. Larguier des Bancels. Mordançage. — Amann. Perméabilité rénale. — Pelet et Andersen. Influence des acides et des bases sur la teinture.

M. J. Larguier des Bancels étudie les réactions de *mordançage* qui interviennent dans les opérations de la teinture. Il montre que la chimie des colloïdes fournit une interprétation générale de ces réactions et qu'elle donne ainsi le moyen de les classer rationnellement.

M. J. Amann fait une communication sur un nouveau *procédé d'exploration de la perméabilité rénale au moyen de la fluorescéine.* L'emploi de ce colorant, usité depuis nombre d'années déjà pour les recherches hydrologiques, présente sur celui du bleu de méthylène, employé jusqu'ici, des avantages assez sérieux.

D'une part il parait diffuser au travers des tissus de l'organisme avec plus de facilité et de rapidité que le bleu de méthylène; d'autre part il peut être décelé à des dilutions beaucoup plus considérables que ce dernier, ce qui

permet de l'employer à des doses beaucoup plus faibles. Enfin la fluorescéine ne présente pas l'inconvénient d'être réduite dans l'organisme, comme le bleu de méthylène, qui est facilement transformé en son leucodérivé incolore, que l'on doit soumettre à une oxydation afin de pouvoir le déceler dans l'urine.

La fluorescéine s'emploie, prise à l'intérieur, à la dose de 2 à 5 milligrammes (en poudre ou en solution alcoolique). Elle apparait déjà dans l'urine une demi-heure après l'ingestion. Son élimination totale exige de 12 à 16 heures. Il résulte des expériences préliminaires faites par M. Amann, que l'élimination de la fluorescéine par les reins présente les mêmes phénomènes que celle du bleu de méthylène. Suivant l'état de perméabilité ou d'imperméabilité relatives du rein, cette élimination se poursuit suivant des modes caractéristiques.

Les courbes d'élimination de la fluorescéine sont semblables à celles obtenues par différents expérimentateurs avec le bleu. L'évaluation des quantités de fluorescéine éliminées se fait assez facilement au moyen d'un *fluoromètre* dont M. Amann présente le modèle.

MM. Pelet et Andersen présentent une étude sur l'*action des acides et des bases sur la teinture.*

Les acides accélèrent la teinture des colorants acides et retardent celle des colorants basiques ; les bases agissent d'une façon inverse.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 21 novembre 1907.

Amé Pictet. La formation des alcaloïdes dans les végétaux. — C. Sarasin. Géologie de la région du Chamossaire. — L.-W. Collet. L'action des acides organiquos en géologie. — L. Duparc. Phénomènes de l'ouralitisation.

M. le Prof. Amé Pictet rend compte de deux travaux exécutés dans son laboratoire, l'un par M. Auguste Rilliet, sur la transformation du pyrrol en bases pyridiques, l'autre par M. G. Court sur l'existence de *bases pyrroliques dans les végétaux*[1]. Les résultats obtenus semblent vérifier l'hypothèse que M. Pictet a émises dans une précédente séance pour expliquer la formation des alcaloïdes dans les plantes.

M. le prof. Ch. Sarasin fait au nom de M. L. Collet et au sien une communication sur la *Tectonique des Préalpes internes* en général et la *géologie du Chamossaire* en particulier.

Il expose comment depuis ses dernières publications il a été amené, par ses observations personnelles dans le Chablais et par la lecture d'une série de travaux récents, à adopter à son tour la notion d'un chevauchement général des Préalpes sous la forme d'une nappe de charriage enra-

[1] Le détail de ces recherches sera exposé dans deux articles qui paraîtront prochainement dans les *Archives*.

cinée au S. des Hautes Alpes calcaires. Mais il maintient que la zône des Cols ne fait pas partie avec la zône des Préalpes externes d'une nappe préalpine inférieure et que la zône du Niesen est complètement indépendante du Flysch des Pléiädes et du Gurnigel.

Pour MM. Sarasin et Collet la zône du Niesen représente un pli plongeant de Flysch entrainé sous la masse des Préalpes médianes et décollé de son soubassement normal, soit des formations crétaciques d'une nappe supérieure hautalpine. Ce pli, en roulant ainsi au N. s'est renversé par dessus les formations de la zône des Cols, qui l'avaient d'abord recouvert, et qui se sont ainsi trouvées placées avec les têtes d'anticlinaux au S. et le bord radical, du reste supprimé par laminage, au N. Le Flysch du Niesen joue relativement à la zône des Cols proprement dites le même rôle que le pli des Diablerets par rapport au Néocomien à Céphalopodes de la vallée d'Enzeindaz.

Quant au Chamossaire, MM. Sarasin et Collet ont constaté récemment que la brèche calcaire, qui forme toute la région culminante de ce petit massif, ne peut en aucune façon être raccordée directement, comme l'a fait Renevier, avec le Dogger de la zône des Cols. En réalité, la brèche du Chamossaire, absolument différente par son faciès du Dogger voisin, contient des Bélemnites liasiques et passe directement par sa base au Trias. Elle appartient à un complexe supérieur, qui est en chevauchement sur presque toute sa largeur sur les formations jurassiques de la zône des Cols, tandis que vers l'W. elle recouvre le Flysch du Niesen-Ormonts. Elle ne ressemble à rien qui soit connu ailleurs dans la zône des Cols, et doit représenter un élément étranger à cette zône.

Le Flysch, qui enveloppe dans la région des Ormonts les formations de la zône des Cols en une sorte de charnière fermée au NW., et qui recouvre ces formations d'un manteau pour ainsi dire continu jusqu'au front des Hautes Alpes, ne paraît pas avoir enveloppé de même la brèche du Chamossaire, et là où il se superpose à celle-ci, entre Perche et les Chavonnes, ce recouvrement semble être dû

à une dislocation locale de moindre importance. Aussi les auteurs croient-ils pouvoir envisager la brèche du Chamossaire avec le Trias qui la porte, comme un lambeau d'une nappe préalpine supérieure à la zône des Cols et à celle du Niesen et, vu l'analogie des brèches en question avec celles du Chablais et de la Hornfluh, ils se demandent si le Chamossaire ne porte pas un lambeau isolé de la nappe de la Brèche. Dans ce cas il y aurait ici un laminage complet de la zône du Niesen et de la nappe des Préalpes médianes, qui rappellerait ce qu'on constate par places dans le Chablais.

Un exposé plus complet a paru dans le n° de décembre des *Archives*.

M. le Dr Léon W. Collet, Privat-Docent, fait une communication sur *l'action des acides organiques en géologie*.

L'action dissolvante des acides organiques, bien que connue depuis 1879 grâce au mémoire d'Alexis A. Julien[1], ne paraît pas avoir été prise en considération par la plupart des géologues et des géographes du continent qui attribuent faussement la dissolution des calcaires et des silicates à l'anhydride carbonique en dissolution dans les eaux météoriques. En Grande-Bretagne, plusieurs géologues, comme Irving[2], Goodchild[3], sir Archibald Geikie[4], ont à plusieurs reprises attiré l'attention sur l'action dissolvante des acides organiques.

Récemment, MM. E. Chaix-Du Bois et A. Chaix[5], étudiant les lapiés de Carniole et du Steinernes Meer, arrivèrent à la conclusion que les dolines sont dues « à l'action chimique de la végétation » et non simplement à une

[1] On the Geological Action of the Humus Acids. *Proc. Amer. Assoc. Sc. 1879.*

[2] Organic matter as a geological agent. *Proc. Geol. Ass.*, vol. XII, 1892.

[3] *Geol. Mag.*, vol. XII, p. 464, 1890.

[4] *Text Book of Geology* Fourth édition, p. 598. London, Macmillan, 1903.

[5] *Globe.* Mémoires. T. XLVI, 1907.

pénétration des eaux météoriques, localisée par de petites fissures, comme l'admettent les auteurs autrichiens. Bien que MM. E. Chaix-Du Bois et A. Chaix ne nomment pas les acides qui opèrent cette dissolution, il est hors de doute qu'ils rentrent dans le groupe des acides humiques et créniques. Ces acides ont en effet une très forte action, non seulement sur les carbonates, mais encore sur les silicates.

M. Collet cite le cas de glauconie *en grains* qui est fortement attaquée dans l'espace d'une nuit par une dis: solution d'acide citrique; les acides acétique et oxalique, ainsi que de l'eau chargée d'acide humique, attaquent également ce silicate ferri-potassique hydraté. Murray et Irvine[1] ont remarqué que le manganèse était toujours plus abondant dans l'eau à la source des rivières drainant des tourbières, ce qui prouve une fois de plus l'action de l'acide humique sur les silicates. Ces silicates sont décomposés, comme l'a démontré Julien, sous forme de sels à radical acide complexe (silico-azo-humate, etc.). Dans les lacs, le fer et le manganèse sont solubles quand ils sont sous forme de silico-azo-humate ferreux et manganeux ; une oxydation vient-elle à se produire, le fer et le manganèse sont précipités sous forme d'oxydes (Fe^2O^3 et MnO^2). Ce phénomène a permis à MM. Collet et Lee[2] d'expliquer l'absence de la glauconie dans les lacs. En effet, le dépôt des oxydes de fer et de manganèse est accompagné de la production d'acide silico-azo-humique soluble et incombinable avec les oxydes précipités. Les dépôts ocreux du Loch Ness (Ecosse), contenant du bioxyde de manganèse, sont une belle illustration de ce procédé.

M. Collet fait remarquer, en outre, que certains ruis-

[1] On the manganese oxides and manganese nodules in marine deposits. *Trans. Roy. Soc. Edin.*, vol. XXXVII, part. IV (n° 32), 1894.

[2] Recherches sur la Glauconie. *Proc. Roy. Soc. Edin.*, vol. XXVI, part. IV, p. 265, 1906.

seaux à pente très faible, drainant des tourbières en Ecosse, ont une section en O tronqué qui est due sans aucun doute à l'action dissolvante des acides organiques, l'action mécanique étant pour ainsi dire nulle.

M. le prof. Duparc. — *Sur les phénomènes de l'ouralitisation.* — L'auteur a exposé récemment une théorie de l'ouralisation des pyroxènes dans les gabbros du Cérébriansky qui diffère sensiblement de celles qui ont été acceptées jusqu'ici pour expliquer ce genre de phénomène. Il admet que le magma primordial d'où est issu le gabbros en question, a d'abord, par suite d'une première cristallisation, donné naissance à du pyroxène. Puis avant la consolidation complète de la roche, alors que celle-ci était encore pâteuse et formée en quelque sorte de cristaux restés en présence de leur bain générateur, un nouvel apport d'un caractère plus ou moins feldspathique est venu modifier la composition de ce dernier. Tandis que les feldspaths ont continué à cristalliser, le bain modifié a réagi sur les pyroxènes, en les enrichissant en alumine, les décalcifiant et y ajoutant des alcalis. L'ouralitisation est donc due à une épigénie magmatique profonde dans l'idée de l'auteur. Tout récemment, au cours d'une excursion faite sur la rivière Gussewa, affluent de l'Iss (Oural du Nord, district de Bisseuks), M. Duparc a trouvé une roche qui vient démontrer d'une manière complète sa théorie. Celle-ci est une plagiaplite qui traverse en filons minces les pyroxénites qui constituent la montagne de Gussewky Kamen. Ces filons sont en général constitués par du feldspath, auquel s'ajoute localement un peu d'amphibole. Il existe cependant des variétés bréchiformes, qui renferment une multitude de débris anguleux de pyroxénite naissante. Or, il est aisé de constater que, sur la périphérie des fragments, le pyroxène, au contact du bain feldspathique formant la masse du filon, s'est entièrement transformé en hornblende qui forme une bordure plus foncée et parfaitement nette. Partout où les enclaves de pyroxcénite présentaient quelque fissure, l'amphibole se développe le long de celle-

ci, et dessine la fissure elle-même par une ligne plus foncée au milieu de la pyroxénite plus claire ; partout aussi où ces enclaves sont d'assez petite dimension pour avoir pu subir l'action métamorphosante du filon dans toute leur masse, elles sont entièrement transformées en amphibole.

M. le prof. Duparc fait circuler, à la fin de sa communication, quelques spécimens des roches en question.

Séance du 5 décembre.

A. Brun et H.-F. Montagnier. Résultats obtenus aux Canaries dans l'étude des gaz des volcans. — Ed. Sarasin, C.-E. Guye et J. Micheli. Radioactivité des eaux de Lavey-les-Bains. — C. DuBois. Emploi du radium dans quelques malformations cutanées.

M. Albert Brun présente en son nom et en celui de M. H.-F. Montagnier *les résultats obtenus aux Canaries dans l'étude des gaz des volcans.*

Ces messieurs ont pensé que pour trancher la question de savoir si le caractère est anhydre et est oui ou non capable d'émettre par lui-même de l'eau, il fallait s'adresser à des volcans situés dans un climat tel que les eaux pluviales ou errantes fussent réduites à leur minimum et par cela éliminées de la question.

Ils se sont donc rendus aux Canaries dont le climat sec et spécial répondait bien au désidératum.

Les études ont porté sur le cractère à l'état de solfatare du Pico de Teyde 3719 m. d'altitude, dans l'île de Tenerife et sur les cratères du Timanfaya (Mte del Fuego) dans l'île de Lanzarote.

Au Pico de Teyde, les gaz émis par la solfatare ont une température de 83°, ils contiennent en moyenne 70 % de CO_2, de l'oxygène et un excès de gaz inabsorbable. Les dosages de la vapeur d'eau ont montré que pendant le beau temps, le titre en eau diminuait pour augmenter après une chute de pluie ou un orage. Dans le premier cas, pour certaines fumerolles, le titre en eau était de 39,3 % et passait à 59,3 % après l'orage ; pour d'autres il

passait de 71 % à 76 % avec en plus charriage de brouillard d'eau. En temps ordinaire, aucune fumerolle n'est saturée.

Ces résultats montrent la pauvreté en eau de cette solfatare et l'influence positive de l'eau atmosphérique qui augmente instantanément le titre en eau de la solfatare.

Le Pico de Teyde reçoit même en été et grâce à son altitude, toujours un peu de pluie. Il existe des cavernes lacs dans sa masse (Cueva de Hielo et une autre caverne découverte par les auteurs au Chahorra).

Le cône est donc humecté en permanence.

Les résultats au Timanfaya furent excessivement nets. Ce volcan au milieu des immenses champs de lave de 1730-1736 s'élève à 500 mètres d'altitude seulement. Il est très chaud ; toute la montagne est chaude, la température est de 140° à 10 centimètres de la surface et de 360° à 60 centimètres de profondeur seulement.

Les dosages d'eau montrent que le volcan n'émet pas d'eau. Il est anhydre. Les rapillis sont recouverts de croûtes salées et alcalines contenant du chlorure de magnésium, du carbonate de soude, du carbonate d'ammoniaque et des sulfates alcalins.

Il n'y a aucune fumerolle aqueuse et presque pas de tubes fumerolliens.

Le volcan est anhydre par la simple raison qu'il est formé dans une région géographique où les eaux pluviales ou errantes n'existent pas ; il est donc incapable d'émettre de l'eau par lui-même, quand bien même il émet encore du CO_2 et de l'Az H_3.

La démonstration de la sécheresse du cratère qui était le but du voyage est donc atteinte.

M. le prof. C.-E. Guye rend compte des résultats de recherches effectuées en collaboration avec MM. Ed. Sarasin et J. Micheli sur la *radioactivité des eaux de Lavey les Bains*. Cinq analyses effectuées dans le courant de l'été à diverses époques ont donné des résultats concordants. Elles ont montré en particulier que la radioactivité des

eaux de Lavey est de même ordre de grandeur que celle de la source St Placidus à (Dissentis la plus radioactive des eaux suisses analysées par M. von Sury). Ces recherches ont été effectuées au laboratoire de physique de l'Université de Genève avec le concours de M. Ch. Margot, préparateur.

M. le Dr Ch. DuBois. *De l'emploi du radium dans les malformations cutanées appelées Naevi.*

Les journaux scientifiques et politiques mêmes ont publié en ces dernières semaines, des articles tendant à établir que l'on avait trouvé dans l'emploi du radium le remède unique et souverain de ces malformations cutanées appelées Naevi contre lesquelles la thérapeutique était restée impuissante. Il est à notre avis un peu prématuré de publier de telles affirmations, car tous ceux qui ont expérimenté pendant un temps suffisamment long savent que les résultats obtenus par le radium ne sont pas toujours définitifs, qu'ils sont extrêmement variables, et que des guérisons apparentes c'est-à-dire des surfaces complètement blanchies peuvent être remplacées après des mois par de nouvelles arborisations vasculaires, des télangiectasies qui sont souvent plus frappantes que le mal luimême.

C'est cette irrégularité dans les résultats obtenus qui nous a engagé à entreprendre des recherches sur les modifications que subissent les tissus normaux soumis à l'influence du radium.

Voici, résumé en quelques mots, ce que nous avons constaté. Les applications faibles de 2 centigr. de bromure de radium en sel collé avec activité de 100.000, produisent une modification du tissu conjonctif sous-jacent qui se traduit par une prolifération des cellules fixes et des cellules endo-théliales des capillaires, les noyaux de ces cellules se multiplient et gonflent. C'est comme un retour à l'état embryonnaire sans que les cellules épithéliales susjacentes paraissent modifiées. Cet état dure plus ou moins longtemps suivant la quantité de radiations absorbées et

peut revenir à l'état normal. Mais il arrive un moment où la quantité de radiations ne produit plus seulement une modification des cellules conjonctives mais bien leur destruction, leur fonte, cet état correspond aux applications fortes et prolongées. Les cellules épithéliales de la couche basale sont alors aussi détruites et après un état inflammatoire qui dure plus ou moins longtemps suivant les peaux, les tissus irradiés ne reviennent plus à l'état normal mais sont remplacés par du tissu cicatriciel.

Les naevi sont histologiquement formés par des dilatations vasculaires sous épidermiques s'étendant plus ou moins profondément dans le tissu conjonctif. Si l'on irradie faiblement la région, la prolifération et le gonflement cellulaire peuvent obstruer les vaisseaux, anémier momentanément la région. Mais cette guérison ne sera qu'apparente puisque les vaisseaux peuvent reprendre leur calibre et qu'il peut même s'en former de nouveaux dans ce tissu embryonnaire. Si au contraire les irradiations sont fortes la cicatrice définitive empêchera le naevius de réapparaître. Ces processus nous paraissent expliquer en partie du moins les variations dans les résultats obtenus. Sans oublier toutefois que beaucoup d'autres facteurs doivent entrer en ligne de compte; la qualité de la peau, l'activité du sel employé et surtout la quantité de sel employé pour chaque application.

En résumé le radium donnerait de bons résultats dans dans les naevi, à condition de l'employer de façon à produire des cicatrices consécutives à une radio-dermite qui n'a pas été jusqu'à l'ulcération puisque une dose exagérée de radiations peut produire des destructions avec ulcérations profondes, très graves et se terminant par des cicatrices vicieuses.

Nous croyons donc, qu'avant de livrer au public des résultats thérapeutiques qui paraissent merveilleux, il serait nécessaire de déterminer d'un façon absolument précise les conditions dans lesquelles il faut se mettre pour obtenir un résultat définitif sans danger pour le malade.

Séance du 19 décembre.

Warinsky. Hygromètre à acide sulfurique. — Warinsky et Tcheichoili. Action des sels sur les oxydations et les réductions. — Aug. de Candolle. Biologie des capsules monospermes. — L. Duparc. L'analyse des silicates.

M. T. Warynski. *Sur un hygromètre à acide sulfurique.* Nous avons observé qu'un thermomètre plongé dans SO^4H^2 concentré et exposé ensuite à l'air, marquait un échappement très sensible, pouvant dépasser 20° et dû évidemment à la chaleur d'hydratation de SO^4H^2 par la vapeur atmosphérique.

Nous nous sommes demandés s'il ne serait pas possible de baser un hygromètre sur ce principe, et à cet effet nous avons fait quelques mesures comparatives avec un hygromètre d'Alluard.

Voici les résultats de quelques observations :

Etat hygrométrique	Echauffement du thermomètre
0.319	11°
0.375	12°
0.379	12°
0.383	12.4
0.444	13.1
0.447	13.1
0.445	13.1
0.449	13.6
0.530	14.3
0.552	14.4
0.553	14.5
0.557	14.9
0.573	15°
0.560	15°
0.575	15.2
0.570	15.2
0.622	16.3
0.621	16.6
0.650	16.6
0.656	16.4

Etat hygrométrique	Echauffement du thermomètre
0.658	16.8
0.660	16.8
0.0642	16.7
0.656	17.
0.654	17.
0.681	20.2
0.680	20.9
0.688	20.5
0.730	21.1

Les échauffements ne sont point proportionnels aux rapports des tensions de vapeur. Cependant les deux variations vont dans le même sens et cela nous a déterminé à entreprendre des recherches pour voir s'il était possible de construire un hygromètre sur ce principe.

MM. T. Warynski et P. Tcheichoili. *Sur la réduction spontanée des solutions acides de permanganate de potassium en présence de sels métalliques.*

En étudiant la réduction spontanée de Mno^4R en solution sulfurique, en présence de divers sels, on a observé les faits suivants.

A la lumière blanche, les sels ralentissent la réduction. Ainsi, au bout de 4 mois : en l'absence de sel, on observait une réduction de 90.4 %; en présence de SO^4Cu, de 60.4 % en présence de $(SO^4)^3Ce^2$ de 75.6 %. Pour les autres sels, les résultats observés ont oscillé entre ces deux chiffres. (On a expérimenté avec les sulfates de Zn, Cu, Ni, Al, Cd, Zr, La, Uro, Fe, Cl, Th, Di, Er, Vd.)

A l'obscurité, il y a, par contre, légère accélération de la réduction. (Sur les sels précités, seuls ceux de Cu et Ni ont eu à l'obscurité une influence retardatrice).

Ainsi, en l'absence de sels, au bout de quatre mois, la réduction était de 67.6 %; en présence de divers sels, elle oscillait entre 69.1 % et 77.4 %.

D'autre part, si on compare, pour un même sel, les réductions respectivement observées à la lumière et à l'obscurité, on constate pour tous, une plus grande action réductrice à l'obscurité qu'à la lumière.

On a aussi opéré en lumière colorée, (non mono-chromatique).

En lumière orangée, sur 14 sels, 11 ont produit une action accélérante, 3 une action retardatrice.

En lumière verte, 11 ont été retardateurs, 3 accélérateurs.

En lumière bleue, 13 retardent la réduction, un seul (Di) l'accélère.

Donc d'une façon générale, à la lumière orangée, ils se comportent à peu près comme à l'obscurité.

En présence d'asbeste, même phénomène. Au bout, de 4 mois, en absence d'asbeste, les réductions observées à l'obscurité et à lumière étaient de 67.5 % et de 90.5 % en présence d'abeste, elles étaient de 73 % et de 69 %.

Pour Mno^2, qui réduit si énergiquement les solutions de MnO^4K, on n'a point observé d'action photochimique sensible.

M. Aug. DE CANDOLLE parle de la *biologie des capsules monospermes* qui sont moins rares qu'on ne le suppose en général. On en rencontre, en effet, dans seize familles des Angiospermes. Elles constituent parfois des anomalies dans la famille à laquelle elles appartiennent, chez les Graminées, les Chénopodiacées, les Euphorbiacées, etc. Ailleurs elles forment des groupes d'une certaine importance par le nombre et la variété des types qu'ils comprennent. C'est ce qu'on observe dans les Rutacées et les Marantancées. Elles jouent un rôle prépondérant chez les Lacistémacées, elles se présentent seules à l'exclusion de tout autre mode de fructification. Si l'on veut chercher à à expliquer la déhoscence des capsules monospermes, on peut d'abord grouper les cas counus en deux catégories suivant que le fruit monsperme est issu d'un ovaire uniovule ou qu'il résulte de l'avortement d'un ou de plusieurs ovales. Dans ce dernier cas, on pourrait supposer que les capsules monospermes dérivent phylogénétiquement de capsules polyspermes, mais il n'en serait pas moins étonnant qu'elles n'eussent pas perdu an cours de l'évolution une faculté devenue inutile.

D'autre part, si l'on aborde les considérations biologiques, on reconnait que, dans bon nombre de cas, la déhiscence du fruit monosperme peut avoir une incontestable utilité pour la plante, comme dans certaines Laranthacées et Rutacées.

Dans d'autres cas, l'utilité est moins évidente, et elle paraît tout-à-fait problématique dans l'importante famille des Myrieticacées.

En terminant, M. de Candolle fait quelques remarques au sujet des caractères inutiles des végétaux et sur le danger de certaines hypothèses biologiques qui ne reposent pas sur des observations certaines.

M. le prof. Duparc présente une communication sur l'*analyse des silicates*, d'après les résultats de ses recherches personnelles et de celles qu'il a fait entreprendre, depuis quelques années, à plusieurs de ses élèves. L'auteur, après avoir préalablement vérifié que la plupart des silicates sont attaqués par l'acide chlorhydrique concentré dans une plus ou moins forte proportion, s'était demandé si la composition centésimale de la partie attaquée était identique à celle du silicate non attaqué lui-même, ce qui aurait, dans l'affirmative, réduit toute analyse de silicate à une attaque par l'acide chlorhydrique avec dosage subséquent de la partie solubilisée. Des essais entrepris avec M. Stéphanesco sur plusieurs silicates (grenat épidote feldspaths, etc.) ont démontré qu'il n'y avait pas identité entre la composition de la partie solubilisée et celle du silicate non attaqué, ce qui démontre péremptoirement l'impossibilité de pratiquer comme on l'avait pensé. M. Duparc a étudié ensuite toutes les méthodes de désagrégation des silicates ; celle de Deville doit, à son avis, être écartée ; celle de Jannasch avec l'anhydride borique est théoriquement parfaite, mais d'une application délicate, et ne désagrége qu'imparfaitement certains silicates. M. Duparc préfère encore présentement la désagrégation au carbonate de soude pour le dosage de la silice et de bases, puis une attaque distincte pour les alcalis. Pour la

désagrégation par le carbonate, M. Duparc a eu l'occasion de faire une série d'observations qui méritent d'être signalées. Dans la désagrégation elle-même, il lui est fréquemment arrivé, avec certains silicates basiques riches en fer, de trouver dans le creuset un alliage de ferro-platine produit sans doute par une réduction des oxydes du fer due aux gaz de la combustion. Rien ne signale tout d'abord ce phénomène ; après la désagrégation et la reprise de la masse par l'acide chlorhydrique, le creuset présentait absolument son aspect habituel, mais quand on le rougissait à la flamme pendant quelques minutes, il prenait à l'intérieur une teinte brune par suite de l'oxydation partielle du fer allié, et on pouvait constater qu'il avait considérablement augmenté de poids. Un nettoyage au bisulfate faît disparaître cette teinte, mais une nouvelle calcination la reproduit et il fallait quelquefois calciner le creuset et le traiter ensuite au bisulfate quatre ou cinq fois de suite pour faire disparaître toute trace de fer.

M. Duparc a pu éviter ce phénomène désagréable et inattendu, en désagrégeant dans un four à mouffle. L'auteur a ensuite cherché à se faire une idée de l'attaque du matériel dans lequel se faisait l'évaporation de la masse désagrégée par l'acide chlohydrique. Il a expérimenté successivement des capsules en porcelaine neuves et non attaquées, et des capsules en verre d'Iéna de même contenance, en y évaporant un liquide ayant exactement la composition de la solution chlorhydrique de la masse désagrégée, et en opérant dans les mêmes conditions. Il a trouvé que l'attaque était à peu près identique dans le verre d'Iéna et dans la porcelaine et se chiffrait à 0,15 % de silicate ; dans le matériel déjà attaqué, elle était par contre plus forte et pouvait atteindre 0,40 %.

M. Duparc a également fait une série d'essais dans le but d'arriver à insolubiliser le plus rapidement et le plus complètement possible la silice du silicate. Ces essais ont montré qu'il suffit d'évaporer à sec une première fois la solution chlorhydrique contenant la silice et les bases,

puis de porter deux heures la masse desséchée à 110°. La majeure partie de la silice est insolubilisée ; celle-ci étant lavée et filtrée, il suffit de réévaporer le liquide dans les mêmes conditions une seconde fois, pour y retrouver généralement de 0,6 à 1 % de la silice qu'on filtre sur un deuxième filtre qui est incinéré ave le premier.

Pour la précipitation des bases Tio_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, Cr_2O_3, PiO_5, M. Duparc a expérimenté en détail les deux méthodes habituelles, celle par l'ammoniaque et la seconde par les acétates, recommandée surtout par les analystes américains dans le but de faire passer quantativement le manganèse avec la chaux et la magnésie. Ces essais lui ont montré que dans les meilleures conditions, il reste toujours de l'alumine en solution quand on sépare par l'acétate. Il préfère donc l'ammoniaque en présence du chlorure d'ammonium, malgré la séparation incomplète du manganèse. De nombreuses recherches ont été faites pour déterminer l'attaque des vases en verre et en porcelaine par l'ammoniaque au cours de la précipitation de ces bases ; elles démontrent que cette attaque peut atteindre jusqu'à 0,4 % parties du silicate ; il convient donc d'opérer toujours en platine.

Pour la séparation subséquente des bases, M. Duparc a également expérimenté toutes les méthodes en usage. Celle préconisée par les analystes américains a le défaut de ne pas être gravimétrique, celle préconisée par les analystes allemands et qui consiste à fondre les oxydes avec NaOH en creuset d'argent lui paraît également défectueuse. M. Duparc a, en effet, fait entreprendre tout d'abord une série d'essais sur l'attaque des creusets d'argent par la potasse ou la soude en fusion, et constaté que cette attaque était assez forte ; il a fait ensuite procéder à des séparations d'oxydes Fe_2O_3 et Al_2O_3 mélangés en quantités connues, et constaté que la séparation n'était jamais complète ; il a de plus vérifié que, par fusion avec la soude, il passe un peu de ritane en solution. M. Duparc a essayé de fondre ces oxydes avec du carbonate de soude pendant trois heures, en répétant deux fois l'opération. De nombreux

essais faits sous sa direction par M. Bornand et par d'autres de ses élèves lui ont permis de se convaincre que :

1. Al_2O_3 se dissolvait entièrement dans le carbonate de soude fondu.

2. Fe_2O_3 restait absolument inattaqué et qu'il ne se formait pas de ferrates.

3. Cr_2O_3 était complètement oxydé en chromate.

4. SiO_2 n'était pas attaqué d'une manière appréciable.

5. Des mélanges divers d'oxydes $Fe_2O_3 + Al_2O_3$, pesés à l'avance, se laissaient séparer exactement par ce procédé, sous réserve de certaines conditions expérimentales.

M. Duparc sépare donc par fusion deux fois répétée Fe_2O_3, TiO_2 et ZrO_2, de Al_2O_3 P_2O_5 Cr_2O_3 et ces divers éléments les uns des autres par les méthodes usuelles.

Quant aux alcalis, M. Duparc a également essayé les différentes méthodes en cours. Celle de Smith, par attaque au carbonate de chaux et chlorure d'ammonium, présente de réels avantages, mais pour être certain qu'elle s'appliquait à tous les silicates, M. Duparc a fait, il y a quelques années, entreprendre à M. Godchaux un travail sur ce sujet, consistant à analyser par cette méthode tous les types de silicates, après avoir dosé préalablement exactement les alcalis qu'ils contenaient par une désagrégation à l'acide chlorhydrique. Les résultats ont été concluants, tous les silicates ont été attaqués complètement et, pour les Tourmalines, l'attaque était complète, alors qu'on ne pouvait la réussir intégralement avec l'acide fludhydrique.

M. le prof. Duparc informe, en terminant, la société qu'il publiera incessamment dans les *Archives* un mémoire complet sur ce sujet.

COMPTE RENDU DES SÉANCES
DE LA SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE
DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 1er novembre 1907.

L. Isely. Les solutions singulières des équations différentielles d'ordre supérieur.

M. le prof. L. Isely présente une communication sur « *les solutions singulières des équations différentielles d'ordre supérieur* ». M. Isely applique à ce genre d'équation la méthode qu'il a inventée pour les équations du 1er ordre. Il transforme l'équation différentielle à une équation algébrique par rapport à la dérivée. En égalant le discriminant de cette équation à zéro, on obtient une équation de 1er ordre qu'on intègre pour trouver l'équation sous une forme finie. Celle-ci enfin a elle-même une solution singulière qu'on peut trouver en employant la méthode du discriminant. Ajoutons toutefois que cette solution peut ne pas satisfaire à l'équation proposée du 2me ordre. Cela est très important pour les représentations géométriques. De même il est possible de transformer une équation du 3me ordre en une du 2me et ainsi de suite.

Au point de vue géométrique, la méthode appliquée aux équations purement linéaires prouve immédiatement qu'elles n'ont pas de solutions singulières.

Enfin le procédé du discriminant permet de trouver facilement l'intégrale générale des équations à dérivées partielles du 2me degré qu'il est si difficile d'intégrer.

Séance du 15 novembre.

Klaye. Recherches sur les nitrocelluloses.

M. KLAYE présente une communication intitulée « *Recherches sur les nitrocelluloses* ».

On ne peut pas affirmer *a priori* que le mélange sulfonitrique n'ait pas sur la cellulose une action oxydante ou hydratante en même temps qu'un pouvoir nitrifiant. Nous avons cherché à prouver que les celluloses très nitrées dérivent directement de la cellulose et qu'elles ne contiennent que des traces minimes de nitrooxycellulose et de nitrohydrocellulose. Nous avons préparé toute une série d'oxycelluloses et d'hydrocelluloses d'après les méthodes décrites dans la littérature (une nouvelle oxycellulose a été obtenue en traitant du coton par du permanganate de calcium) et nous les avons nitrées parallèlement à de la cellulose avec le même acide et dans des conditions semblables. Les différents produits ont été lavés et séchés de la même manière, puis comparés par des méthodes physiques et chimiques. L'analyse nous a montré que le nitrate préparé à partir de la cellulose est une cellulose 11 fois nitrée ; sa composition ne correspond pas à celle d'une nitrooxycellulose ou d'une nitrohydrocellulose. L'essai quantitatif d'attraction de bleu-méthylène par nos produits, de même que la recherche de la viscosité des solutions de nos produits dans l'acétone (si le nombre relatif pour la nitrocellulose est 10 000., ceux pour les nitrooxycellusoses varient entre 11,1—5) nous amènent à la conclusion suivante : Les mélanges sulfonitriques concentrés, agissant à froid sur la cellulose, la nitrent sans l'oxyder ni l'hydrater.

Nous avons aussi cherché la raison pour laquelle on n'obtient pas avec un mélange sulfonitrique une nitrocellulose, dont la teneur en azote dépasse 13,5—13,6 %. La cause de cette nitration incomplète est due à l'acide sulfurique, car en nitrant avec des cristaux de pentoxyde d'azote[1],

[1] Hoitsema. *Zeitschr. für ang. Chemie* **11** 173 (1898).

on obtient des produits stables à 13,8—14 % d'azote. La nitration, comme toutes les éthérifications est une réaction réversible et on peut nitrer et dénitrer à volonté avec un mélange sulfonitrique.

Séance du 29 novembre.

Fuhrmann. Distribution géographique des Cestodes des oiseaux. — Béraneck. Poumons d'un lièvre atteint de pseudo-tuberculose.

M. Fuhrmann présente une communication dans laquelle il résume les travaux qu'il a entrepris depuis plus de 11 ans sur la *Systématique et la distribution géographique des Cestodes des oiseaux en rapport avec la systématique et la distribution géographique de leurs hôtes*. Cette étude n'est encore qu'un commencement puisque sur plus de 12000 espèces d'oiseaux, 530 seulement ont été examinés donnant asile à 500 espèces de Cestodes. C'est déjà un progrès puisque avant ce travail on ne connaissait que 250 espèces de Cestodes parasites d'oiseaux. L'auteur s'est vu obligé de diviser et subdiviser le groupe des Cyclophyllidea dans lequel on classe tous ces vers. La classification de Max Braun paraît insuffisante et M. Fuhrmann propose la création de 10 familles avec 66 genres dont 24 nouveaux, quitte à en augmenter le nombre au fur et à mesure de nouvelles études.

La partie la plus remarquable de ce travail est celle qui démontre l'étroite relation systématique d'hôte à parasite. Chaque oiseau héberge son cestode ou ses cestodes de groupes bien déterminés. De plus les hôtes de même groupe possèdent des tenias semblables. Se basant là-dessus l'auteur appuie les idées de Fürbringer sur une nouvelle classification des oiseaux. Ainsi les rapaces diurnes et les rapaces nocturnes doivent être complétement séparés, ceux-là rappelant les échassiers, ceux-ci se rapprochant des engoulevents. La faune parasite des rapaces très différente pour chacun des deux groupes confirme pleinement cette manière de voir.

L'étude de M. Fuhrmann fournit en outre des preuves pour la démonstration de l'origine de certaines espèces d'oiseaux et de l'ancienneté des groupes. Ainsi les Coureurs et les Gallinacés apparus les premiers nourissent les cestodes les mieux adaptés à la vie parasite ; de même la similitude des parasites du nandou et de l'autruche semble une preuve en faveur de l'existence géologique d'un continent africo-américain.

M. Béraneck présente les poumons d'un lièvre atteint de pseudo-tuberculose. Examinés au microscope ces organes se sont montrés remplis d'œufs et d'adultes d'une espèce de Strongylus. Ce lièvre était donc atteint de pneumonie vermineuse dont Yung a déjà décrit le nématode infectant en 1896.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 16 octobre 1907

Galli-Valério. Impressions du Congrès de Berlin. — Perriraz. Astrantia. — C. Rœssinger. Fossiles erratiques dans la région de la Côte. — S. Bieler. Crâne de gazal. Grappe de gamay de juillet.

M. Galli-Valério raconte ses impressions du Congrès de Berlin.

M Perriraz. — *Astrantia major.* — Dans notre séance du 1er mai j'ai donné les résultats de l'étude biométrique des variations chez Astrantia major (voir compte-rendu et mémoires). Des transplantations furent faites pour prouver expérimentalement l'existence d'une seule espèce, sans variété définie, mais sujette à des variations spécialement dues au facteur altitude. Nous avons transplanté au Pic Chaussy des exemplaires provenant de la Forclaz et des Grangettes. L'été 1905 ayant été très chaud, nous n'avons pu obtenir de résultats précis ; cette année, par contre, a été plus fructueuse.

Voilà quelques chiffres résumant les observations faites.

	Grangettes	Plante transplantée de G. à C.	Chaussy	Plante transplantée de F. à C.	Forclaz
Hauteur moyenne des tiges	62,32	**63,1**	63,96	**66,5**	72,44
Nombre des feuilles .	2,67	**1,9**	1,48	**1,7**	2,15
Hauteur insertion 1re feuille.	5,53	**10,7**	18,33	**15,4**	12,37
Longueur du pétiole de la 1re feuille . . .	10,56	**7,6**	5,91	**7,2**	9,46
Nombre des ombelles .	6,86	**6,4**	5,92	**6,2**	6,49
Nombre des folioles de l'ombelle terminale .	15,66	**15,9**	16,78	**16,2**	15,50
Nombre des folioles des ombelles secondaires	12,53	**12,6**	12,7	**12,3**	11,99

On peut voir par ce tableau que les plantes de la Forclaz et des Grangettes ont subi des variations. Les exemplaires de la Forclaz se sont mieux adaptés que ceux de la 2e station ; ceci n'a rien de surprenant vu l'altitude plus considérable de l'habitat antérieur ; les variations tendent à ce que les caractères des végétaux transplantés s'identifient avec ceux des Astrantias ayant toujours habité Chaussy. Nos conclusions n'étaient donc pas erronées et nous avons bien affaire à une seule espèce d'Astrantia major à variations altitudinaires. Evidemment d'autres agents influent sur ces transformations, mais c'est l'altitude qui entre en première ligne : la terre n'a que peu ou pas d'influence. Pour éliminer cette cause, nous avons pris de très grosses mottes ; l'irrigation entre en ligne de compte, mais l'espace choisi pour la transplantation avait un sous-sol très humide. L'insolation a joué un certain rôle, mais ce facteur est en corrélation absolue avec l'altitude dans le cas qui nous occupe.

M. G. Rœssinger. *Fossiles erratiques dans la région de la Côte.* — Au nord de Vinzel, dans les poudingues qui affleurent près de la lisière du bois, en haut des vignes, est interstratifiée une zône de blocs divers, dont les uns sont polis et striés. Des blocs de calcaire marneux gris blanchâtre ont livré *Schlœnbachia varians*, et des espèces

à cachet cénomanien appartenant probablement aux genres *Scaphites, Turrilites, Baculites, Acanthoceras, Holaster, Salenia, Exogyra, Terebratula, Rhynchonella*, etc.

Près de Gilly, dans une gravière au bord de la route du Mollard, un bloc de calcaire jaune silicieux, superposé directement aux alluvions exploitées, a fourni entre autres *Pterocera et Nerinea.*

Ce bloc de Gilly est certainement originaire du Jura, les blocs de Vinzel le sont sans doute aussi. L'étude pétrographique précise des moraines et des alluvions du haut de la Côte est importante pour la géologie compliquée de la région.

M. S. Bieler présente le crâne d'un *gazal* bovidé, du N. E. du Bengale où il vit à l'état sauvage. L'animal est caractérisé par sa tête courte et très large avec des cornes coniques très fortes et courtes. Le manteau est brun et les pieds blancs. Les indigènes le nomment *mithun* ou *mithan* et ils parviennent à le domestiquer et à en tirer parti, quoique à l'état sauvage il soit dangereux à approcher.

L'exemplaire, très difficile à se procurer, a été envoyé au *Musée agricole* par l'obligeance de sir Charles Elliott, ancien gouverneur du Bengale.

M. S. Bieler présente aussi une grappe de raisin, *Gamay de Juillet*, qui a pu parvenir à maturité dans le jardin de la cure du Lieu (1045 m.) et qui a été envoyée par M. le pasteur Barblan.

L'Institut agricole de Lausanne a envoyé il y a quelques années, des arbres fruitiers de Russie et de Pologne qui ont très bien réussi, au grand contentement des habitants de la Vallée de Joux ; l'essai d'un plant de vigne très précoce, semble pouvoir donner aussi quelque satisfaction à nos montagnards.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ASTRONOMIE

ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES, pour l'an 1908; avec des notices scientifiques. In-16 de plus de 950 p. avec figures et planches. Paris, Gauthier-Villars.

C'est avec une vive satisfaction que le monde scientifique voit apparaître chaque année cette précieuse publication qui dans un volume si condensé renferme une si grande richesse de données et de renseignements de toute sorte. Suivant l'alternance adoptée, ce volume de millésime pair, contient, outre les données astronomiques, des tableaux relatifs à la physique, à la chimie, à l'art de l'Ingénieur. Cette année, nous signalons tout spécialement les notices de M. G. Bigourdan : La distance des astres et en particulier des étoiles fixes, et celle de M. E. Guyou : L'Ecole d'Astronomie pratique de l'Observatoire de Montsouris.

PHYSIQUE

H. BOUASSE. COURS DE PHYSIQUE, deuxième partie Thermodynamique, théorie des ions, un vol. in-octavo, de 164 pages avec 60 fig. dans le texte. Paris, Ch. Delagrave libr. éd.

Nous avons déjà annoncé l'année dernière [1] l'apparition de ce nouveau traité de physique, à propos de la publication de son 1er volume. Nous recevons aujourd'hui le 2e volume contenant la thermodynamique et signalons spécialement le chapitre sur l'hypothèse de la dissociation en ions et la pression osmotique.

[1] *Archives des sc. phys. et nat.*, 1907. t. XXIII, p. 515.

E. Goldstein. Doubles spectres de raies des éléments chimiques (*Phys. Zeit.*, 8, n° 20 15 oct. 1907).

L'auteur a trouvé en faisant une étude assez approfondie des spectres d'émission de quelques éléments que le cesium, le rubidium et le potassium possèdent deux spectres de raies distincts sans aucune raie commune. Les méthodes qu'il a employées et qu'il se réserve de décrire plus au long lui ont permis de conclure qu'une forte décharge éteint toutes les raies séréies, pour les remplacer par des raies non sériées ; de plus la couleur de la décharge change d'une manière très appréciable lors du passage d'un spectre à l'autre.

La puissance des décharges nécessaires pour faire apparaître le nouveau spectre croît dans la série des métaux alcalins à mesure que leur poids atomique diminue : Pour le sodium, l'extinction complète des raies sériées n'a pu encore être obtenue ; pour le lithium les essais ont été encore moins fructueux, mais il est probable que les résultats auraient été meilleurs avec de meilleures conditions expérimentales.

Si chacun des métaux alcalins possède réellement deux spectres absolument différents, ce résultat différerait passablement des premières hypothèses sur l'analyse spectrale, et il semble à l'auteur qu'on peut en donner une explication en supposant que la vapeur du métal, dans l'arc, forme des aggrégats isomères (ou polymères) différents suivant la température, et qu'à chaque aggrégat correspond un mode de vibration particulier, le type de la vibration restant toutefois le même pour différents aggrégats d'un même élément.

De même pour les spectres réguliers des gaz (spectres de bandes et spectres sériés), il se pourrait que l'association des particules en complexes réguliers soit une condition primordiale. Et lorsque ces aggrégats réguliers sont dissociés par une force extrêmement puissante (décharge de bouteille), les spectres régulièrement ordonnés disparaissent et les raies non sériées qui apparaissent correspondent aux particules isolées du gaz.

L'auteur appelle ces spectres, spectres *fondamentaux* ou spectres *élémentaires*.

Il constate d'ailleurs que ce n'est pas seulement chez les métaux alcalins que l'on constate la présence de plusieurs spectres de raies, mais que c'est une propriété des corps très répandue. On connait depuis longtemps en effet les différences qui existent pour certains métaux entre leur spectre d'induction et leur spectre provenant de l'arc.

Les halogènes possèdent aussi cette propriété ; l'auteur a soumis les spectres de ces élements à une étude approfondie, et il a reconnu pour le Br par exemple, que ce que l'on a considéré jusqu'à présent comme spectre du Br est un mélange de raies extinguibles avec les raies du spectre fondamental.

L'analogie entre les métaux alcalins et les halogènes n'est pas absolue en ce sens que pour ceux-là, *toutes* les raies qui apparaissent ensemble dans certaines conditions disparaissent en même temps, tandis que pour ceux-ci (Cl et Br) il n'en disparait qu'une partie.

Enfin, si les spectres de séries dépendent de l'association des particules de gaz en complexes, il semble possible, en principe tout au moins, de rompre tous ces complexes expérimentalement, et d'obtenir ainsi les spectres fondamentaux des particules isolées. On pourrait de ce chef obtenir pour l'hydrogène et l'hélium des spectres tout nouveaux. Mais, par analogie avec ce qui a été constaté pour les métaux alcalins, la chose serait très difficile pour des éléments dont le poids atomique est très faible.

F.-J. M.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux concernant la Géologie de la Suisse, 1906

---

a) Minéralogie.

1. Bächler, (A.). Der Bergbau im Ferraratal. *Jahrbuch des S. A. C.,* XLI. Jahrg., 1905-1906, p. 238-243.

2. Baumhauer (H.). Ueber die regelmässige Verwachsung von Rutil und Eisenglanz. *Sitzungsber. der K. preuss. Akad. der Wiss.,* 1906, p. 322-327.

3. Bühler (H.). Ueber die Bedeutung der Fortschritte im Berg- und Hüttenwesen für die schweizerischen Erzlagerstätten. *Eclog.*, Vol. IX, p. 155-156.

4. Harre (R.). Ueber Eisenglanz und Anatas vom Binnental. *Zeitschrift f. Krystall,* XLII, 1906, p. 280-283.

5. Pearce (F.). Ueber die optischen Eigenschaften der Krystalle im konvergenten polarisierten Lichte. *Zeitschrift f. Kristall*, XLI, p. 113-133.

6. Schmidt (C.). Vivianit in den Diluvialthonen von Noranco bei Lugano. *Eclog.*, IX, p. 75-76.

7. Solly (R. H.). Description of the carrier of Lengenbach. *Min. Soc. of London,* 13 nov. 1906.

8. Solly (R. H.). Some new minerals from the Binnental. *Mineral. Mag.*, XIV, p. 72-82.

9. Solly (R. H.). Notes on some Binnental minerals (Ilmenite, Seligmannite, Marrite, etc.). *Mineral Mag.*, XIV, p. 184-190.

10. Trechmann (C.-O.). Sartorite from the Binnental. *Mineral. Soc. of London*, 12 juin 1906.

b) Pétrographie.

11. Duparc (L.). L'âge du granit alpin. *Arch. des sc. phys. et nat. Genève*, T. XXI, p. 297-312.

12. Duparc (L.) et Pearce (F). Traité de technique minéralogique et pétrographique, 1re partie : Les méthodes optiques. *Veit & Cie édit.*, Leipzig 1906.

13. GRUBENMANN (U.). Die kristallinen Schiefer. II, spezieller Teil, 176 p., 8 fig. et 8 pl. *Gebr. Bornträger édit.*, Berlin, 1906.

14. GRUBENMANN (U). Principien und Vorschläge zu einer Klassifikation der Kristallinen Schiefer. *Congrès intern. de géologie*, Mexico, 1906.

15. GRUBENMANN (U.). Ueber einige schweizerische Glaukophangesteine. *Festschrift zum 70. Geburtstag von H. Rosenbusch*, 1906, 24 p. et 1 pl.

16. KALKOWSKY (E.). Der Nephrit des Bodensees. *Abhandl. der naturf. Gesell. Isis.* Dresden, 1906. Januar-Juni, p. 28-44.

17. KLEMM (G.) Bericht über Untersuchungen an den sog. Gneissen und den metamorphen Schiefergesteinen der Tessiner Alpen, II. Teil. *Sitzungsber. der Berliner Akad. der Wissenschaften, Phys. Math. Classe*, 1905, p. 442-453.

18. KLEMM (G.). Bericht über Untersuchungen an den sog. Gneiss u. s. w. III. Teil, *Ibid.*, 1906, p. 420-431.

19. PREISWERK (H.). Malchite und Vintlite im Strona- und Sesia-Gneiss. *Festschrift Rosenbusch*, 1906, p. 322-354.

20. SAUER (A.). Ueber die Ernstfelder Gneisse am Nordrande des Aarmassivs. *Ber. über die Vers. des oberrhein. geolog. Ver.*, XXXVIII. Vers. in Konstanz, 1905.

21. SEIDEL (P.). Beiträge zur Kenntnis der gesteinsbildenden Biotite, vorwiegend aus Paragneissen. *Inaug. Dissert. Univ. Zürich*, 1906, 61 p.

22. TARNUZZER (Chr.). Uebersicht der Marmorvorkommnisse Graubündens. *Jahresber. der naturf. Gesell. Graubündens.* N. F. XLVII, 1904-1905. p. 149-160

23. WAINDZIOK (P.). Petrographische Untersuchungen an Gneissen des St. Gotthard. *Inaug. Dissert. Univ. Zürich*, 1906. 55 p.

c) GÉOPHYSIQUE.

24. BOURCART (F.-E.). Les lacs alpins suisses, étude chimique et physique, 130 p., 3 tableaux, 22 fig.; *Georg édit.*, Genève, 1906.

25. BRÜCKNER (E.). Die Höhe der Firnlinie am Hüfigletscher und die Methode der Bestimmung der Höhe der Firnlinie im Allgemeinen. *Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. Zürich.* Jahrg. LI, H. 1, p. 50-54.

26. BRÜCKNER (E.). Bericht der Flusskommission für das Jahr

1904-1905. Verhandl. schweiz. naturf. Gesch., 88. Versam. in Luzern, p. 369-372.

27. Brun (A.). Quelques recherches sur le volcanisme. 2e partie. *Arch. des sc. de Genève*, t. XXII, p. 425-448.

28. Chaix (E.). Utilité d'un atlas international de l'érosion. *Le Globe*, org. de la Soc. de géogr. de Genève, t. XLV.

29. Collet (L.-W.). Les concrétions phosphatées et la glauconie des mers actuelles. *Eclog.*, IX, p. 118-119.

30. Duparc (L.) et Zehnder (E.). Les eaux des grands lacs suisses. *Arch. des sc. de Genève*, T. XXII, p. 70.

31. Egli (P.). Beitrag zur Kenntnis der Höhlen in der Schweiz. *Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. Zürich*. XLIX. Jahrg. p. 286-369.

32. Fielding-Reid (H.) et Muret (E.). Les variations périodiques des glaciers, XIe rapport, 1905. *Zeitschrift für Gletscherkunde*, T. I, H. 3, 1906, p. 161-181.

33. Forel (F.-A.). Structure rubannée des glaciers. *Ibid.*, T. I, H. 1, p. 65.

34. Forel (F.-A.), Lugeon (M.) et Muret (E.). Les variations périodiques des glaciers des Alpes suisses. 26e rapport, 1905. *Annuaire du Club alpin suisse*, XLIe année.

35. Forel (F.-A.) et Muret (E.) Rapport sur les variations des glaciers, 1905, Alpes suisses. *Zeitschrift für Gletscherkunde*, B. I, H. 1, p. 70, 1906.

36. Früh (J.). Ergebnisse fünfundzwanzigjähriger Erdbebenbeobachtung in der Schweiz (1880-1904). *Verh. der schweiz. naturf. Gesell.*, 88. Versamml. in Luzern, p. 144-149.

37. Früh (J.). Die Erdbeben der Schweiz im Jahre 1904. *An. der schweiz. meteorol. Zentralanstalt*, Jahrg. 1904.

38. Früh (J.). Ueber Naturbrücken und verwandte Formen mit spezieller Berücksichtigung der Schweiz. *Jahrb. der St. Gall. naturf. Gesell. für 1905*, p. 354-382.

39. Hagenbach-Bischoff. Bericht der Gletscherkommission für das Jahr 1904-1905. *Verhandl. der schweiz. naturf. Gesell.*, 88. Versamml. in Luzern, p. 373-379.

40. Heim (Arn.). Beziehungen zwischen Faltung und Denudation im Säntisgebirge. *Eclogæ*. Vol. IX, p. 147-155.

41. Heim (Alb.) und Früh (J.). Bericht der Erdbebenkommission für das Jahr 1904-1905. *Verhandl. der schweiz. naturf. Gesell.*, 88. Versamml. in Luzern, p. 362-364.

42. KŒNIGSBERGER (J.). Ueber die Beeinflussung der geothermischen Tiefenstufe durch Berge und Täler, Schichtstellung, durch fliessendes Wasser und durch Wärme erzeugende Einlagerungen. *Eclogæ*, vol. IX, p. 133-144.

43. MERCANTON (P.-L.). Echelle nivométrique. *C. R. Soc. vaud. des sc. nat.*, *Arch. Genève*, t. XXII, p. 590.

44. MÜHLBERG (Fr.). Beobachtungen bei der Fassung der Limmatquelle zu Baden und über die dortigen Thermen im Allgemeinen. *Eclogæ*, vol. IX, p. 56-58.

45. MÜHLBERG (Fr.). Bericht über die Angelegenheit der Erstellung einer Quellenkarte des Kantons Aargau. *Mitteil. der aargau. naturf. Gesell.*, H. X, 1906, 16 p.

46. PERROT (S. de.). Variations du niveau des lacs de Bienne, Neuchâtel et Morat. *C. R. Soc. neuch. des sc. nat.*, *Arch. Genève*, t. XXI, p. 216-218.

47. SCHARDT (H.). Les sources issues de terrains calcaires et leur qualité comme eaux d'alimentation. *Bull. soc. neuch. des sc. nat.*, t. XXXII, p. 221-242.

48. SCHARDT (H.). Note sur la valeur de l'érosion souterraine par l'action des sources. *Bull. soc. neuch. des sc. nat.*, t. XXXIII, p. 168-177, et *Bull. de la Soc. belge de géol.*, t. XX, p. 86-94.

49. SCHARDT (H.). Note sur l'origine des sources vauclusiennes de la Doux et de la Noiraigue. *Bull. de la Soc. belge de géol.*, t. XIX, p. 559-570.

50. SCHARDT (H.). Le tremblement de terre du 29 avril 1905. *C. R. Soc. neuch. des sc.*, *Arch. Genève*, t. XXI, p. 215-216.

51. SURY (J. von). Ueber die Radioaktivität einiger schweizerischer Mineralquellen. *Mitteil. der naturf. Gesell. Freiburg*, T. II. H. 4, 1906, 72 p.

52. UETRECHT (E.). Die Ablation der Rhone in ihrem walliser Einzugsgebiet im Jahre 1904-1905. *Inaug. Dissert. Univers. Bern*, 1906, 66 p., 3 pl.

d) TECTONIQUE. — DESCRIPTIONS RÉGIONALES.

Alpes et Préalpes

53. ARGAND (E.). Sur la tectonique du massif de la Dent Blanche. *C. R. de l'Ac. des sc.*, *Paris*, 26 février 1906.

54. ARGAND (E.). Sur la tectonique de la zone d'Ivrée et de la zone du Strona. *Ibid.*, 12 mars 1906.

55. Argand (E.). Contribution à l'histoire du géosynclinal piémontais. *Ibid.*, 26 mars 1906.

56. Baltzer (A.). Das Berneroberland und Nachbargebiete. *Sammlung geol. Führer IX. Bornträger édit.*, Berlin, 1906, 348 p. et nombreuses planches.

57. Blumer (E.). Zur Kenntnis des helvetischen Alpennordrandes. *Vierteljahrsschrift der naturf. Gesell. Zürich*, Jahrg. LI, 1906, p. 473-480.

58. Collet (L.-W.). Note sur la tectonique du massif du Haut-Giffre (Haute-Savoie). *Arch. Genève*, t. XXII, p. 544-546.

59. Franchi (S.). Appunti geologici sulla zona dioritokinzigitica Ivrea-Verbano e sulle formatione adiacenti. *Boll. del R. Com. geol d'Italia*, t. XXXVI, fasc. 4, p. 3-30.

60 Gallo (G.), Giorgis (G.) et Stella (A.). Studio chimico-geologico di roccie della regione attraversata delle linee di accesso al Sempione, con appendice sulle acque della galeria ellicoïdale di Varzo. *Vol. Soc. ital. per le strate ferrate del Mediterraneo.* Rome 1906.

61. Hammer (W.). Vorläufige Mitteilung über die Neuaufnahme der Ortlergruppe. *Verh. der K. K. geol. Reichsanstalt*, 1906, N° 6, p. 174-188.

62. Heim (Alb.). Das Säntisgebirge. *Eclog.*, IX, p. 121-122.

63. Heim (Alb.). Ein Profil am Südrande der Alpen, der Pliocänfjord der Breggiaschlucht. *Vierteljahrsschrift der naturf. Gesell. Zürich*, t. LI, 1906, p. 1-49, mit 1 Karte und 1 Profiltafel.

64. Heim (Alb.). Geologische Begutachtung der Greinabahn. *Ibid.*, Jahrg. LI, 1906, p. 378-396.

65. Heim (Alb.). Ueber die nordöstlichen Lappen des Tessinermassivs. *Ibid.*, Jahrg. LI, 1906, p. 397-402.

66. Heim (Alb.). Die vermeintliche Gewölbeumbiegung des Nordflügels der Glarner Doppelfalte südlich vom Klausenpass, eine Selbstkorrektur. *Ibid.*, Jahrg. 1906, p. 403-431.

67. Heim (Alb.). Sur la bordure septentrionale du massif du Tessin. *C. R. Soc. helv. des sc. nat.*, 89e session à Saint-Gall, *Arch. Genève*, t. XXII, p. 348-349.

68. Heim (Arn.). Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. *Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. Zürich*, Jahrg. LI, 1906, p. 441-461.

69. Heim (Arn.). Die Erscheinungen der Längszerreissung und Abquetschung am nordschweizerischen Alpenrande. *Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. Zürich*, Jahrg. LI, 1906, p. 462-472.

70. Heim (Arn.). Les chaînes comprises entre le Toggenbourg et le lac de Wallenstadt. *C. R. Soc. helv. des sc. nat.*, 89e session à Saint-Gall., *Arch. Genève*, t. XXII, p. 339-341.

71. Heim (Arn.). Contraste entre la tectonique de la Molasse et celle des chaines voisines des Alpes externes. *Ibid.*, p. 341-343.

72. Hœk (H.). Das zentrale Plessurgebiet. *Ber. der naturf. Gesell. in Freiburg in Br.* B. XVI, 1906, p. 367-448, mit 2 Karten und Profilen.

73. Hœk (H.). Ueber den Deckenbau der Iberger Klippen. *Centralblatt für Min. Geol. u. Pal.*, 1906, p. 461-465.

74. Jaccard (Fr.). La théorie de Marcel Bertrand, ou quelques réflexions sur la note de M. Steinmann intitulée « die Schardt'sche Ueberfaltungstheorie. » etc. *Bull. de la Soc. vaud. des sc. nat.*, t. XLII, p. 113-123.

75. Jacob (Ch,). Note sur la tectonique du massif crétacé situé au N. du Giffre (Haute Savoie). *Bull. carte géol. de France*, No 108, t. XVI, 11 p., 1 carte et 1 pl. de profils.

76. Kilian (W.) et Lory (P.). Sur l'existence de brèches calcaires et polygéniques dans les montagnes situé au SE. du Mont-Blanc. *C. R. Acad. des sc. Paris*, 5 février 1906, et *Ann. de l'Univ. de Grenoble*, t. XXVIII, p. 193-195.

77. Künzli (E.). Quelques observations dans le massif du Julier. *C. R. Soc. helv. des sc. nat.*, 89e session à Saint-Gall. *Arch. Genève*, t. XXII, p. 345-346.

78. Lugeon (M.). A propos de la zone des cols dans la région de la Lenk et Adelboden. *Bull. de la Soc. vaud. des sc. nat.*, séance du 21 mars 1906, et *Arch. Genève*, t. XXI, p. 642-643.

79. Novarese (V.). La zona d'Ivrea. *Boll. della Soc. geol. ital.*, t. XXV, 1906, p. 176-180.

80. Rœssinger (G.). Réplique à MM. Sarasin et Collet, « la zone des cols dans la région de la Lenk et Adelboden. » *Bull. de la Soc. vaud. des sc. nat.*, séance du 7 mars 1906, et *Arch. Genève,* t. XXI, p. 635-639.

81. Sarasin (C.) et Collet (L.). La zone des cols dans la région de la Lenk et Adelboden. *Arch. Genève*, t. XXI, p. 56-79 et 156-195, avec 1 carte et 1 pl. de profils.

82. Sarasin (C.) et Collet (L.). Notice complémentaire sur la zone des cols dans la région de la Lenk et Adelboden. *Arch. Genève,* t. XXII, p. 532-544.

83. Schardt (H.). La tectonique générale des Alpes suisses. *C. R. de la Soc. helv. des sc. nat.*, 89e session à Saint-Gall. *Archives Genève*, t. XXII, p. 354-357.

84. Schardt (H.). La théorie de Marcel Bertrand. *C. R. Soc. vaud. des sc nat.*, *Archives Genève*, t. XXII, p. 403-404.

85. Schiller (W.) und Zœppritz (K.). Geologische Untersuchung im östlichen Unterengadin, II : Piz Lad Gruppe, und im Oberengadin zwischen Albula-Pass und Livigno. *Ber. der naturf. Gesell. Freiburg in Br.*, B. XVI, 1906, p. 108-231, mit 4 Tafeln.

86 Schmidt (C.). Alpine Probleme. Rede gehalten am *Jahresfest der Univ. Basel*, nov. 1906, 28 p.

87. Seidlitz (W. von). Geologische Untersuchungen im östlichen Rhätikon. *Ber. der naturf. Gesell. Freiburg in Br.*, B. XVI, 1906, p. 232-367, mit 5 Tafeln.

88. Stefani (C. de). La valle Devero nelli Alpi pennine ed il profilo del Sempione. *Bol. della Soc. geol. ital.*, t. XXV. p. 411-426.

89. Steinmann (G.). Geologische Probleme des Alpengebietes. *Zeitschr. des deutschen und österreich. Alpenver.*, 1906, B. XXXVII, p. 1-44, mit 1 Taf. und 30 Textfig.

90. Stella (A.). Cenni geologici sulle nuove linee di accesso al Sempione. *Vol. della Soc. ital. per le strade ferrate del Mediterraneo. Relat. sugli studie e lavori eseguiti del 1897 al 1905*. Roma 1906.

91. Stella (A.). Sui calcescisti della valle di Furgen e sui gneiss di Monte Emilius et di Monte Rafre. *Boll. della Soc. geol ital.*, t. XXV, p. 46-47. 1906.

92. Termier (P.). La synthèse géologique des Alpes. Conférence faite à l'*Institut Montefiore, Liège : Imprimerie moderne*, 1906.

93. Tobler (A.) und Buxtorf (A.). Berichte über die Exkursionen der schweiz. geol. Gesell. in die Klippenregion am Vierwaldstättersee. *Eclogæ*, vol. IX, p. 19-56.

94. Trœsch (A.). Einige Korrekturen der geologischen Karte im Gebiete zwischen Kienthal und Kanderthal. *Mitteil. der naturf. Gesell. Bern pro 1903*, p. 56-61.

95. Turnau (V.). Neue Beobachtungen am Gasterenlakkolithe. *Ibid.*, Jahrg. 1906, 11 p., 1 carte et 6 fig.

Plateau molassique et Jura.

96. Paulcke (W.). Referat über die geologischen Verhältnisse des Exkursionsgebietes (Bodenseegegend und Konstanz). *Ber. des oberrhein. geol. Vereins*, 1905, p. 11-19.

97. WEBER (J.). Geologische Untersuchungen der Umgebung von Winterthur, mit 1 geol. Karte zu 1 : 25.000. *Mitteil. der naturw. Gesell. Winterthur*, B. VI, 1905-1906, p. 228-245.

98. WEBER (J.). Observations dans la vallée de la Töss. *C. R. de la Soc. helv. des sc. nat.*, 89e session à Saint-Gall, *Archives Genève*, t. XXII, p. 345.

e) STRATIGRAPHIE ET PALÉONTOLOGIE.

Généralités.

99. PAULCKE (W.). Schichtenfolge am Nordrande der Schweizer-Alpen, *als Manuskript gedruckt*, 1906.

100. WEHRLI (L.). Die geologische Entstehung unserer Thonlager. *Beilage zum Programm der höh. Töchterschule in Zürich.* 1905-1906.

101. WEHRLI (L.). L'origine des argiles en Suisse. *C. R. de la Soc. helv. des sc. nat.*, 89e session à Saint-Gall, *Archives Genève*, t. XXII, p. 349.

Formations secondaires.

102. BAUMBERGER (E.). Fauna der unteren Kreide im westschweizerischen Jura. III. Teil. *Mém. Soc pal. suisse*, t. XXXIII, 28 p., 4 pl.

103. BENECKE (E.-W.). Die Stellung der pflanzenführenden Schichten von Neuewelt. *Centralblatt für Min. Geol. u. Pal.*, 1906, p. 1-10.

104. CLERC (M.). Les polypiers de Gilley. *Bull. de la Soc. neuch. des sc. nat.*, t. XXXIII, p. 158-167.

105. GREPPIN (E.). Les dépôts jurassiques de Normandie comparé à ceux du Jura suisse. *Feuille des jeunes naturalistes*, IVe série, XXXVIe année, p. 49-52. Paris, février 1906.

106. JACCARD (Fr.). Morphoceras polymorphum. *C. R. de la Soc. vaud. des sc. nat.*, séance du 24 janvier 1906, et *Archives Genève*, t. XXI, p. 631.

107. JACCARD (Fr.). Présence de Gyroporelles dans le Trias du massif du Rubly. *C. R. de la Soc. vaud. des sc. nat.*, séance du 21 mars 1906, et *Archives Genève*, t. XXI, p. 631.

108. JACOB (Ch.) et TOBLER (A.). Etude stratigraphique et paléontologique du Gault de la vallée de l'Engelberger Aa. *Mém. Soc. paléont. suisse*, t. XXXIII, 1906, 26 p., 2 pl.

109. Lugeon (M.). Crétacique et Tithonique de Leysin. *C. R. de la Soc. vaud. des sc. nat.*, séance du 17 octobre 1906. *Archives Genève*, t. XXII, p. 591.

110. Mayer-Eymar (C.). Classification du Crétacique inférieur des Alpes centrales. *C. R. de la Soc. helv. des sc. nat.*, 89e session à Saint-Gall. *Archives Genève*, t. XXII, p. 349.

111. Mühlberg (Fr.). Einige Ergebnisse der staatlichen Kontrollbohrung auf Steinsalz bei Koblenz im Jahre 1903. *Eclogæ*, t. IX, p. 58-60.

112. Renevier (E.). Sur la brèche des Ormonts. *Eclogæ*, vol. IX, p. 120-121.

113. Schardt (H.) et Dubois (A.). Nouvelles observations sur le Crétacique moyen et le Tertiaire de Baliset près de Rochefort. *C. R. de la Soc. neuch. des sc. nat.*, t. XXXIII, p. 200-208.

114. Schardt (H.) et Dubois (A.). Le Crétacique moyen près de Rochefort. *C. R. de la Soc. neuch. des sc. nat.*, *Archives Genève*, t. XXI, p. 219-220.

115. Trœsch (A.). Die Berriasstufe im Gebiet der Blümlisalp. *Mitteil. der naturf. Gesell. Bern*, Jahrg. 1905, p. 22.

Formations tertiaires.

116. Blumer (S.). Ueber Pliocän und Diluvium im südlichen Tessin. *Eclogæ*, vol. IX, p. 61-74.

117. Douxami (H.) et Marti (P.). Végétaux fossiles de la Molasse de Bonneville. *Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. V, p. 776-799.

118. Leuthardt (F.). Beiträge zur Kenntnis der Hupperablagerungen im Basler Jura. *Eclogæ*, vol. IX, p. 145-146.

119. Martin (R.). Die untere Süsswassermolasse in der Umgebung von Aarwangen. *Eclogæ*, vol. IX, p. 77-117.

120. Schalch (F.). Exkursionen in die Molasse am Ueberlinger See. *Ber. des oberrhein. geol. Vereins*, 38. Versamml. in Konstanz, April 1905, p. 30-31.

121. Stehlin (H.-G.). Die Säugetiere des schweizerischen Eocäns, 4. Teil. *Mém. Soc. paléont. suisse*, t. XXXIII, 1906, 94 p., 1 pl.

122. Stitzenberger (J.). Gisements fossilifères dans la Molasse aux environs de Stockach. *C. R. de la Soc. helv. des sc. nat.*, 89e session à Saint-Gall. *Archives Genève*, t. XXII, p. 350.

123. Würtenberger (Th.). Die Tertiärflora des Kantons Thurgau. *Mitteil. der Thurgau. naturf Gesell.*, t. XVII, p. 3-44.

Formations quaternaires.

124. Antennen (F.). Die Vereisung im Eriz und die Moränen von Schwarzenegg. *Eclogæ*, vol. IX, p. 123-132.

125. Bieler (S.). Fragment de vertèbre de Mammouth. *C. R. de la Soc. vaud. des sc. nat.*, séance du 17 octobre 1906. *Archives Genève*, t. XXII, p. 590.

126. Brunhes (J.). Sur les contradictions de l'érosion glaciaire. *C. R. de l'Ac. des sc.*, *Paris*, séance du 28 mai 1906.

127. Brunhes (J.). Sur une explication nouvelle du surcreusement glaciaire. *Ibid.*, séance du 5 juin 1906.

128. Falkner (Ch.). Le bras du glacier du Rhin qui passait par Saint-Gall et Wyl. *C. R. Soc. helv. des sc. nat.*, 89e session à Saint-Gall. *Archives Genève*, t. XXII, p. 337-339.

129. Früh (J.). Zur Morphologie des unteren Thurgau (Beiträge zur Kenntnis des Rheingletschers). *Mitteil. der Thurg. naturf. Gesell.*, t. XVII. p. 45-67.

130. Früh (J.). La formation de la vallée de la Töss. *C. R. Soc. helv. des sc. nat.*, *Archives Genève*, t. XXII, p. 343-345.

131. Früh (J.). L'érosion glaciaire au point de vue de sa forme et de son importance. *C. R. de la Soc. helv. des sc. nat.*, *Archives Genève*, t. XXII, p. 351-354.

132. Ludwig (A.). Ueber die glaciale Erosion und über die Ursachen der Eiszeit. *Jahrb. der St. Gall. naturw. Gesell.*, Jahrg. 1906, 40 p.

133. Meister (J.). Exkursionen im Schaffhauser Diluvium. *Ber. des oberrhein. geol. Vereins*, 38. Versamml. in Konstanz, April 1905, p. 31-34.

134. Meister (J.). Alluvions interglaciaires à Schaffhouse et leurs nappes phréatiques. *C. R. Soc. helv. des sc. nat.*, *Archives Genève*, t. XXII. p. 346-348.

135. Nuesch (J.). Exkursionen zu den prähistorischen Fundstätten bei Schaffhausen. *Ber. des oberrhein. geol. Vereins*, 38. Versamml. in Konstanz, p. 34-39.

136. Nussbaum (Fr.). Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes. *Inaug. Dissert. Univ. Bern*, 1906, 230 p., 1 carte, 1 pl.

137. Schardt (H.). Note complémentaire sur l'origine du lac de Neuchâtel et des lacs subjurassiens. *Bull. de la Soc. neuch. des sc. nat.*, t. XXXIII, p. 186-199.

138. Schardt (H.). Note sur la constitution du remplissage d'alluvions du vallon du Locle. *Bull. de la Soc. neuch. des sc. nat.*, t. XXXIII, p. 176-186.

139. Schenk (A.). Description d'un squelette humain préhistorique découvert à Anthy près Thonon (Haute-Savoie). *Bull. Soc. vaud. des sc. nat.*, t. XLI, p. 1-16.

140. Schenk (A.). Etude d'ossements et crânes humains provenant des palafittes et de sépultures de l'âge du bronze et de l'âge du fer. *Bull. Soc. vaud. des sc. nat.*, t. XLII, p. 125-184, avec 8 pl.

141. Turnau (V.). Der prähistorische Bergsturz von Kandersteg. *Mitteil. der naturf. Gesell. Bern*, Jahrg. 1906, 35 p., 1 carte et 1 pl.

f) Nécrologies et Bibliographies.

142. Bachmann (H.). Dr Fr.-Jos. Kaufmann, 1825-1892. *Verhandl. der schweiz. naturf. Gesell.*, 88. Jahresversamml. in Luzern, p. 1-7.

143. Sarasin (C.). Revue géologique suisse pour l'année 1905. *Eclogæ*, vol. IX, p. 159-356.

———

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE DÉCEMBRE 1907

Le 1er, quelques gouttes de pluie à 4 h. du soir.
 2, pluie dans la nuit.
 3, brouillard à 7 h. du matin; pluie depuis 4 h. du soir.
 4, neige sur toutes les montagnes environnantes; forte gelée blanche le matin.
 5, pluie dans la nuit et à 10 h. du matin; léger verglas.
 6, pluie dans la nuit et depuis 10 h. du matin.
 7, légère gelée blanche le matin.
 8, pluie pendant la plus grande partie de la journée.
 9, pluie à 7 h. du soir.
 11, pluie dans la nuit.
 12, pluie à 1 h. et à 4 h. et depuis 10 h. du soir.
 14, pluie dans la nuit et pendant la plus grande partie de la journée.
 15, pluie dans la nuit, à 7 h. et à 10 h. du matin et à 1 h. du soir.
 16, forte gelée blanche le matin.
 17, gelée blanche le matin et le soir.
les 18, 19, 20, 21, 23 et 24, fortes gelées blanches le matin.
le 24, brouillard le matin.
 25, brouillard pendant toute la journée.
 26, pluie depuis 4 h. du soir; neige à 10 h.
 27, brouillard le matin; pluie à 10 h. et neige à 1 h. du soir: hauteur de la neige : 6 cm.
 28, pluie depuis 7 h. du soir.
 29, brouillard à 10 h. du matin: pluie à 7 h. du soir.
 30, brouillard jusqu'à 1 h. du soir.
 31, neige à 4 h. du soir.

Hauteur totale de la neige : 6 cm en 1 jour.

GENÈVE — DÉCEMBRE 1907

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	Vent 1 h.	Vent 9 h.	Vent Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Pluie Hauteur 24 h.	Pluie Nombre d'heures	Durée d'insolation
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.										h.	mm.	
1	31.6	30.0	29.0	30.54	+ 3.80	28.8	32.1	N. 0	NE. 1	S. 0	calme	1.6	10	10	10	10	1.5	2	...
2	29.9	28.5	26.7	28.65	+ 1.87	26.0	30.4	N. 1	N. 1	SW. 0	calme	1.2	10	6	10	9	....	....	1.4
3	21.4	18.7	21.8	21.35	- 5.47	17.7	25.5	S. 0	N. 1	W. 1	SSW 1	5.2	10	10	10	10	8.2	6	...
4	22.7	23.3	22.4	22.68	- 4.18	22.0	24.0	S. 0	SW. 0	SE. 1	var.	2.7	7	0	0	1	1.0	1	**6.7**
5	19.5	19.0	20.1	19.46	- 7.44	18.3	21.5	SW. 1	NW. 1	SSE. 1	var.	5.2	10	10	10	10	11.2	6	...
6	18.8	16.2	20.5	18.60	- 8.34	15.0	22.4	S. 0	NE. 1	NNE. 1	NNE. 1	7.2	10	10	10	10	**18.5**	**9**	...
7	25.9	26.2	27.2	26.04	- 0.94	23.0	27.2	SW. 1	S. 1	SW. 1	SSW. 1	1.9	6	1	7	4	5.0	3	4.4
8	23.3	22.3	21.0	22.58	- 4.44	20.3	25.4	NW. 1	NE. 0	SSW. 2	SSW. 1	10.6	10	10	10	10	14.8	7	...
9	25.4	26.2	25.7	25.17	- 1.89	20.4	26.8	WSW. 1	SSW. 1	W. 0	SSW. 1	9.4	10	9	10	9	0.2	....	0.5
10	25.4	24.5	25.1	25.06	- 2.04	24.4	25.7	N. 0	SSW. 2	SW. 1	SSW. 1	7.3	10	5	7	8	1.0	2	4.9
11	25.9	25.6	24.8	25.56	- 1.58	24.0	26.5	SSW. 1	SSW. 2	S. 1	SSW. 1	8.9	10	6	6	9	....	....	0.6
12	21.2	18.6	19.9	20.13	- 7.05	17.5	23.0	NE. 0	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	3.4	5	10	10	9	16.2	8	...
13	21.3	21.1	19.3	20.54	- 6.68	18.0	22.2	SSW. 1	SSW 1	SSW. 1	SSW. 1	11.5	8	10	10	9	2.1	1	...
14	10.5	13.5	14.3	**13.48**	**-13.78**	**10.0**	17.0	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	**13.6**	10	8	10	9	12.5	6	...
15	21.1	24.3	29.0	23.05	- 4.25	15.0	29.9	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	8.3	10	10	10	9	0.7	1	...
16	32.5	33.3	35.6	33.19	+ 5.85	30.6	36.0	S. 1	NNE 2	NNE. 1	NNE. 1	7.9	2	3	6	5	....	....	5.3
17	38.8	38.5	39.8	**38.52**	**+11.15**	36.6	**39.8**	E. 1	NNE. 1	S. 0	calme	1.4	10	6	0	4	....	....	3.2
18	39.2	38.0	37.2	38.37	+10.96	37.1	**39.8**	S. 0	S. 0	S. 0	calme	0.6	0	7	7	7	....	....	1.4
19	35.3	33.5	32.6	34.41	+ 6.96	32.3	37.0	S 0	SW. 0	S. 0	calme	1.2	1	1	4	3	....	....	3.6
20	32.6	31.9	32.4	32.28	+ 4 80	31.7	32.8	S. 0	SW. 0	S. 1	calme	0.6	1	0	0	0	....	....	5.4
21	31.8	31.1	31.3	31.44	+ 3.92	30.7	32.0	S. 0	S. 0	S. 0	calme	0.4	0	10	5	6	....	....	1.8
22	32.3	32.0	33.2	32.29	+ 4.73	31.6	33.2	N. 0	S. 1	S. 0	calme	1.4	10	6	8	6	....	....	3.4
23	34.3	34.6	35.0	34.56	+ 6.97	33.5	35.6	SE. 0	S. 0	S. 0	calme	0.6	7	0	0	2	....	....	5.0
24	35.9	35.0	33.8	35.03	+ 7.41	33.4	36.3	S. 1	W. 0	S. 0	calme	0.6	5	3	0	4	0.6	....	3.4
25	30.2	28.3	25.9	29.05	+ 1.40	25.5	33.0	S. 0	N. 0	S. 0	calme	0.6	10	10	10	10	....	....	...
26	22.9	20.2	19.8	21.85	- 5.83	19.6	25.5	E. 1	NNE. 1	N. 0	var.	3.2	10	10	10	10	6.9	**9**	...
27	17.4	16.2	15.9	16.90	-10.81	15.5	19.4	S. 0	SW. 0	NE. 0	calme	0.4	10	10	10	10	12.1	8	...
28	14.7	13.8	16.1	15.15	-12.58	13 8	17.0	SE. 1	SE. 0	SE. 1	calme	1.1	10	10	10	10	7.4	5	...
29	19.4	21.3	23.7	20.78	- 6.98	17.4	23.9	E. 0	NW. 0	S. 1	calme	0.4	10	10	10	10	0.6	....	...
30	24.0	23.6	23.2	23.67	- 4.11	23.2	24.6	S. 0	SW. 0	E. 1	calme	0.6	10	10	10	10	....	....	...
31	21.7	20.7	20.2	21.27	- 6.53	19.9	23.1	S. 0	N. 1	NNE. 1	N. 1	2.9	10	10	10	10	1.3	1	
Mois	26.03	25.48	25.88	25.86	- 2.10							3.93	7.8	7.1	7.4	7.5	121.8	75	51.0

Jour du mois	Température 7 h.	Température 1 h.	Température 9 h.	Température Moyenne 8 Observ.	Température Ecart avec la normale	Température Min.	Température Max	Fraction de Saturation en % 7 h.	Fraction de Saturation 1 h.	Fraction de Saturation 9 h.	Fraction de Saturation Moyenne 8 Obs.	Fraction de Saturation Ecart av. la norm.	Fraction de Saturation Min.	Fraction de Saturation Max.	Tempér. du Rhône Midi	Tempér. du Rhône Ecart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+ 1.5	+ 6.4	+ 5.1	+ 5.14	+ 2.89	+ 4.1	+ 6.9	90	80	96	87	+ 2	75	96	....	.....	1505
2	6.8	11.1	8.3	7.99	+ 5.87	1.7	11.9	88	75	93	87	+ 2	70	95	9.0	+ 1.1	1480
3	4.5	7.6	4.0	5.70	+ 3.70	+ 3.8	8.7	100	89	86	93	+ 8	79	100	8.6	+ 0.9	1488
4	1.2	8.1	0.4	3.21	+ 1.36	- 0.2	8.5	84	41	84	70	-15	**40**	90	8.3	+ 0.7	1470
5	1.0	5.9	9.7	4.72	+ 2.96	- 0.9	10.9	85	88	71	84	- 1	76	95	7.4	- 0.1	1490
6	7.0	5.9	5.5	6.71	+ 5.06	+ 4.8	10.8	97	100	75	89	+ 4	58	100	7.6	+ 0.2	1480
7	2.6	8.4	4.0	4.83	+ 3.29	1.9	8.5	85	56	68	**69**	-16	45	93	7.4	+ 0.1	1538
8	2.6	6.5	12.3	6.37	+ 4.91	1.0	**14.0**	96	98	79	88	+ 3	70	100	....	.....	1515
9	9.0	11.7	7.6	9.51	+ 8.22	6.7	13.9	66	54	80	**69**	**-17**	50	85	8.5	+ 1.4	1560
10	7.7	13.7	10.0	**9.75**	+ **8.53**	6.8	**14.0**	86	62	74	74	-12	60	93	7.7	+ 0.6	1565
11	8.4	11.6	8.6	9.20	+ 8.08	7.6	12.1	77	57	71	70	-16	55	83	7.4	+ 0.4	1600
12	5.7	6.2	4.9	5.25	+ 4.23	2.2	8.5	71	91	81	85	- 1	73	97	7.5	+ 0.6	1610
13	4.0	6.3	5.0	5.55	+ 4.62	4.0	8.0	83	70	63	70	-16	46	85	7.7	+ 0.9	1650
14	5.8	7.4	6.0	5.86	+ 5.02	4.0	8.0	79	54	71	71	-15	50	98	6.9	+ 0.2	1640
15	+ 2.8	4.4	3.7	4.23	+ 3.48	+ 2.7	6.0	97	78	93	77	- 9	60	98	....	.....	1635
16	- 0.2	4.4	+ 2.2	+ 2.61	+ 1.94	- 0.4	4.9	93	66	75	80	- 6	65	95	5.5	- 1.0	1700
17	- 2.0	1.0	- 2.3	- 0.75	- 1.31	- 3.1	3.0	92	78	95	86	0	75	98	5.0	- 1.5	1680
18	- 5.0	0.0	+ 0.5	- **1.64**	- **2.15**	- **5.2**	2.0	95	85	95	89	+ 3	78	96	4.8	- 1.6	1545
19	- 0.2	7.8	0.0	+ 2.50	+ 2.06	- 0.6	9.0	85	49	89	78	- 8	46	93	5.0	- 1.3	1668
20	- 2.7	8.8	- 0.2	1.25	+ 0.88	- 2.9	9.0	95	53	89	82	- 4	52	97	4.9	- 1.3	1660
21	- 2.8	5.5	+ 3.4	1.51	+ 1.21	- 3.0	6.5	96	66	73	83	- 3	65	97	6.5	+ 0.3	1630
22	+ 5.4	9.4	2.0	5.78	+ 5.54	+ 1.5	11.5	79	79	93	81	- 5	55	94	....	.....	1665
23	+ 1.2	9.8	1.7	3.79	+ 3.61	+ 1.0	11.0	93	77	95	86	0	70	97	5.7	- 0.4	1665
24	- 1.0	7.8	0.7	1.69	+ 1.57	- 1.1	8.8	92	71	96	91	+ 5	69	100	5.1	- 0.9	1647
25	+ 0.8	2.2	1.8	1.39	+ 1.32	0.0	5.0	96	95	96	**97**	**+11**	93	100	....	.....	1630
26	1.0	2.9	0.4	1.46	+ 1.44	0.0	3.2	82	86	98	91	+ 5	81	99	5.0	- 0.8	1655
27	0.4	0.5	1.1	0.70	+ 0.73	0.0	1.2	96	100	96	96	+10	92	100	4.9	- 0.9	1612
28	1.0	1.9	1.0	1.49	+ 1.56	0.0	2.1	97	93	98	93	+ 6	85	99	5.4	- 0.3	1585
29	1.7	4.0	2.2	2.49	+ 2.60	+ 0.7	5.0	95	93	96	93	+ 7	80	97	....	.....	1595
30	1.0	2.9	2.4	1.99	+ 2.14	0.9	4.5	97	96	88	96	+ 9	85	100	6.5	+ 0.9	1615
31	+ 1.0	+ 2.3	+ 2.2	+ 1.46	+ 1.64	+ 0.2	+ 3.0	95	80	82	88	+ 2	75	98	5.9	+ 0.3	1605
Mois	+ 2.36	+ 6.22	+ 3.68	+ 3.93	+ 3.13	+ 1.33	+ 7.75	89	76	85	84	- 2			6.57	- 0.04	1596

MOYENNES DE GENÈVE. — DÉCEMBRE 1907

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	24.52	24.55	24.37	24.71	23.48	23.09	23.48	23.90	24.01
2e »	27.69	27.58	27.85	28.34	27.82	27.65	28.24	28.46	27.95
3e »	26.32	26.02	25.88	26.20	25.17	24.96	25.16	25.37	25 64
Mois	26.18	26.05	26.03	26.41	25.48	25.23	25.61	25.89	25.86

Température.

	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re déc.	+5.63	+5.07	+4.69	+6.11	+8.56	+7.29	+7.13	+6.71	+6.40
2e »	3.30	2.33	1.66	3.48	5.79	4.79	3.27	2.62	3.41
3e »	1.14	1.23	0.88	1.76	4.47	3.79	2.49	1.43	2.16
Mois	+3.28	+2.82	+2.36	+3.72	+6.22	+5.24	+4.24	+3.52	+3.93

Fraction de saturation en %.

1re décade	81	85	88	85	74	79	80	76	81
2e »	76	83	87	82	68	73	80	82	79
3e »	94	94	93	90	85	85	92	92	90
Mois	84	87	89	86	76	79	84	84	84

Dans ce mois l'air a été calme 392 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{33}{69} = 0.48$.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

	mm
Pression atmosphérique.......	725.80
Nébulosité..................	7.4
Température $\frac{7+1+9}{3}$..	+ 4°.09
Température $\frac{7+1+2\times 9}{4}$..	+ 3°.99
Fraction de saturation........	83 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér..	(1836-1875)	727.96
Nébulosité..	(1847-1875).	8.3
Hauteur de pluie..	(1826-1875).	51mm.0
Nombre de jours de pluie.	(id.).	9
Température moyenne...	(id.).	+ 0°.80
Fraction de saturat.	(1849-1875).	86 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	139.8	140.1	120.9	117.0	141.3	135.3	109.6

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	105.8	121.8	113.0	101.7	109.7	120.3

Insolation à Jussy : 67h.9.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE DÉCEMBRE 1907

Le 1er, fort vent.
le 3, neige.
du 5 au 9, neige : brouillard le 9.
le 6, très fort vent.
7, très forte bise.
12, brouillard et très fort vent.
du 13 au 15, neige : brouillard le 14 et le 15 : très forte bise le 15.
les 27, 28 et 29 neige ; très fort vent le 27 et le 28 : très forte bise le 29.

GRAND SAINT-BERNARD — DÉCEMBRE 1907

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max	Vent 7 h.	Vent 1 h.	Vent 9 h.	Vent Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	68.2	67.9	66.6	67.6	+ 5.7	66.3	68.4	SW. 1	SW. 2	SW. 3	SW. 2	0	5	10	5	....	....
2	66.9	65.8	64.3	65.7	+ 3.8	62.5	67.0	SW. 2	SW. 1	SW. 2	SW. 2	5	3	5	4	....	....
3	59.8	56.9	55.5	57.4	− 4.5	55.3	62.0	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	10	10	10	10	19.8	13
4	56.1	57.1	57.9	57.0	− 4.9	55.9	58.1	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	0	0	3	....	....
5	57.7	58.4	58.8	58.3	− 3.6	57.5	59.0	SW. 1	NE. 1	SW. 2	SW. 1	10	10	10	10	14.4	14
6	57.5	54.8	54.4	55.6	− 6.3	52.2	57.7	SW. 2	SW. 2	SW. 3	SW. 2	10	10	10	10	18.9	18
7	57.2	59.1	61.3	59.2	− 2.7	57.0	61.5	NE. 3	NE. 2	NE. 1	NE. 2	10	6	5	7	**62.0**	**70**
8	60.8	61.6	60.5	61.0	− 0.8	60.2	61.8	SW. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	4.1	3
9	61.0	62.3	62.2	61.8	0.0	60.9	62.5	NE. 2	NE. 1	NE. 2	NE. 2	10	10	5	8	7.1	5
10	61.8	62.3	63.1	62.4	+ 0.6	61.4	63.3	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	3	2	2	2	....	....
11	61.9	62.0	61.8	61.9	+ 0.2	61.0	62.2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	2	4	0	2	....	....
12	59.5	56.8	54.8	57.0	− 4.7	54.4	59.9	SW. 2	SW. 3	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	....	....
13	55.4	55.8	55.1	55.4	− 6.3	55.0	56.0	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	0	3	2	2	12.3	12
14	49.8	49.2	49.3	**49.4**	**−12.3**	**49.0**	50.9	SW. 2	SW. 3	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	13.5	14
15	53.2	55.6	59.1	56.0	− 5.7	53.0	60.1	NE. 2	NE. 3	NE. 4	NE. 3	10	10	10	10	12.0	11
16	63.1	64.7	67.3	65.0	+ 3.4	61.2	67.8	NE. 2	NE. 3	NE. 1	NE. 2	1	0	0	0	....	....
17	69.8	70.8	71.6	70.7	+ 9.1	69.4	**71.8**	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
18	71.2	71.1	70.2	**70.8**	**+ 9.2**	70.0	71.3	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
19	68.5	67.7	67.5	67.9	+ 6.3	67.0	69.0	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	0	0	1	0	....	....
20	67.4	67.2	67.6	67.4	+ 5.8	67.0	67.8	NE. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
21	67.2	67.0	67.3	67.2	+ 5.6	66.8	67.5	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	0	5	4	3	....	....
22	67.5	67.9	68.7	68.0	+ 6.5	67.0	69.0	NE. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
23	69.3	69.6	70.1	69.7	+ 8.2	69.0	70.4	SW. 2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	7	0	0	2	....	....
24	69.8	69.6	67.1	68.8	+ 7.3	66.5	70.0	SW. 2	SW. 1	NE. 1	SW. 1	7	3	2	4	....	....
25	64.9	63.1	60.9	63.0	+ 1.5	60.0	65.2	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	1	0	5	2	....	....
26	58.1	57.0	55.9	57.0	− 4.5	55.4	59.0	NE. 1	NE. 2	SW. 2	NE. 2	4	7	10	7	....	....
27	55.1	54.3	54.6	54.7	− 6.8	54.0	55.6	SW. 2	SW. 3	SW. 3	SW. 3	7	10	10	8	7.5	8
28	53.3	52.4	53.2	53.0	− 8.4	52.2	53.5	SW. 3	SW. 3	SW. 2	SW. 3	10	10	10	10	26.7	25
29	53.9	55.8	57.7	55.8	− 5.6	53.7	57.9	NE. 2	NE. 2	NE. 3	NE. 2	10	10	10	10	5.2	4
30	57.9	58.2	58.3	58.1	− 3.3	57.6	58.5	NE. 2	NE. 1	SW. 2	NE. 2	0	1	1	1	....	...
31	57.1	57.1	56.9	57.1	− 4.3	56.3	57.6	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	2	10	10	7	....	....
Mois	61.33	61.26	61.28	61.29	− 1.03							5.0	5.1	5.2	5.1	203.5	196

GRAND SAINT-BERNARD — DÉCEMBRE 1907

Jour du mois	Température 7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	Fraction de saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	- 0.8	- 2.9	- 4.0	- 2.6	+ 4.2	- 4.0	- 0.8	38	98	100	79	35	100
2	- 4.8	- 3.5	- 5.2	- 4.5	+ 2.3	- 5.4	- 2.6	100	100	95	98	85	100
3	- 6.0	- 6.2	- 7.5	- 6.6	+ 0.3	- 8.0	- 5.8	80	92	92	88	76	95
4	-12.6	-10.8	- 7.0	-10.1	- 3.2	-13.4	- 6.8	92	92	30	71	23	95
5	- 4.2	- 2.8	- 3.6	- 3.5	+ 3.5	- 7.2	- 2.8	98	93	95	95	35	98
6	- 5.0	- 5.0	- 6.0	- 5.3	+ 1.8	- 6.2	- 4.6	95	95	95	95	86	96
7	-10.6	- 9.5	-10.6	-10.2	- 3.0	-12.5	- 7.0	92	92	68	84	38	95
8	- 4.7	- 0.4	- 0.4	**- 1.8**	**+ 5.4**	-11.0	- 0.2	97	97	100	98	30	100
9	- 4.9	- 3.0	- 6.6	- 4.8	+ 2.5	- 7.0	- 0.8	80	77	63	73	60	88
10	- 3.2	- 2.9	- 6.2	- 4.1	+ 3.3	- 7.0	- 1.6	96	70	68	78	45	98
11	- 6.4	- 3.4	- 7.8	- 5.9	+ 1.6	- 8.0	- 3.2	82	68	77	76	63	85
12	- 9.2	- 8.3	- 7.8	- 8.4	- 0.9	- 9.8	- 7.8	88	98	98	95	85	100
13	-11.7	- 8.6	-13.4	-11.2	- 3.6	-14.2	- 8.4	95	83	83	87	68	96
14	- 7.8	- 8.6	-10.0	- 8.8	- 1.1	-14.0	- 6.2	95	92	84	90	72	96
15	-10.0	-10.2	-11.8	-10.7	- 2.9	-12.2	- 9.8	85	90	90	88	80	93
16	-13.8	-12.2	-11.7	**-12.6**	**- 47**	**-15.0**	-11.5	90	85	32	69	18	92
17	- 9.8	- 5.1	- 5.6	- 6.8	+ 1.1	-12.0	- 5.0	18	7	12	**12**	**5**	22
18	- 3.8	- 3.9	- 3.6	- 3.8	+ 4.2	- 5.8	- 2.8	13	32	33	26	7	35
19	- 6.0	- 5.6	- 4.2	- 5.3	+ 2.7	- 7.6	- 4.0	37	72	57	55	33	82
20	- 3.4	- 2.0	- 3.5	- 3.0	+ 5.1	- 7.0	- 1.6	47	47	52	49	14	58
21	- 4.8	- 1.7	- 2.8	- 3.1	+ 5.0	- 5.8	**0.0**	62	60	64	62	48	85
22	- 4.8	- 2.3	- 4.4	- 3.8	+ 4.3	- 4.8	- 2.1	74	63	65	67	58	78
23	- 5.4	- 6.0	- 5.4	- 5.6	+ 2.6	- 7.5	- 5.2	77	87	70	78	65	88
24	- 4.2	- 2.4	- 5.0	- 3.9	+ 4.4	- 6.0	- 2.3	63	57	58	59	50	65
25	- 6.0	- 4.6	- 7.4	- 6.0	+ 2.3	- 7.8	- 4.6	67	63	67	66	58	70
26	- 8.6	- 8.5	- 8.6	- 8.6	- 0.2	- 9.4	- 7.8	70	100	100	90	57	100
27	- 6.8	- 5.7	- 7.6	- 6.7	+ 1.7	- 9.0	- 5.5	100	93	98	97	88	100
28	- 7.2	- 6.7	- 7.2	- 7.0	+ 1.4	- 7.8	- 6.5	100	100	100	100	99	100
29	- 7.6	- 6.5	- 9.2	- 7.8	+ 0.7	- 9.3	- 6.3	98	100	98	99	95	100
30	-10.8	- 9.9	-11.6	-10.8	- 2.2	-12.6	- 9.2	97	85	80	87	75	99
31	-11.2	-10.0	- 9.6	-10.3	- 1.7	-13.2	- 9.4	80	90	94	88	74	95
Mois	- 6.97	- 5.78	- 6.95	- 6.57	+ 1.02	- 9.05	- 4.91	78	80	75	77		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — DÉCEMBRE 1907

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — 0mm.22. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + / **Fraction de saturation en %**

	Pression 7 h. m.	Pression 1 h. s.	Pression 9 h. s.	Pression Moyenne	Saturation 7 h. m.	Saturation 1 h. s.	Saturation 9 h. s.	Saturation Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	60.70	60.62	60.46	60.60	87	91	81	86
2e »	61.98	62.09	62.43	62.15	65	67	62	65
3e »	61.31	61.09	60.97	61.13	89	90	89	89
Mois	61.33	61.26	61.28	61.29	78	80	75	77

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 5.68	— 4.70	— 5.71	— 5.36	— 5.45
2e »	— 8.19	— 6.79	— 7.94	— 7.64	— 7.71
3e »	— 7.04	— 5.85	— 7.16	— 6.68	— 6.80
Mois	— 6.97	— 5.78	— 6.95	— 6.57	— 6.66

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{57}{97} = 0.60.$

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	93.2	72.3	70.0	203.5
Neige en centimètres....	24cm	28cm	45cm	196cm

SUR QUELQUES

NOUVEAUX ALCALOÏDES VÉGÉTAUX

PAR

Amé PICTET et G. COURT

Les recherches qui ont été faites par M. A. Rotschy et par l'un de nous[1] sur les principes basiques du tabac ont montré que celui-ci renferme, à côté de la nicotine, une série d'autres alcaloïdes. On les sépare en distillant l'extrait aqueux des feuilles en présence de soude caustique; la *nicotine* passe avec les vapeurs d'eau, tandis que la *nicotéine* et la *nicotelline* restent dans la solution et en sont ensuite extraites par l'éther. La nicotine ainsi obtenue n'est cependant pas pure; elle contient une petite quantité d'une base isomérique, la *nicotimine*, que l'on peut isoler en soumettant le mélange à la distillation fractionnée.

En répétant cette dernière opération avec une quantité assez considérable de substance (plus d'un kilogr.), nous avons constaté que le mélange brut des alcaloïdes volatils est encore plus complexe qu'on ne l'avait d'abord supposé; nous avons pu en retirer deux nouvelles bases, ce qui porte à 6 le nombre des alcaloïdes du tabac qui ont été isolés jusqu'ici.

[1] A. Pictet et A. Rotschy, *Archives* (4) **12**. 209.

Ces deux nouveaux composés se distinguent par leur grande volatilité ; ils distillent déjà entre 80 et 90°, tandis que la nicotine et la nicotimine ne le font qu'au-dessus de 240°. Nous avons donc pu les extraire du mélange par une simple distillation fractionnée. Pour les séparer ensuite l'un de l'autre, nous avons utilisé la cristallisation de leurs sels d'or.

Ainsi isolés, ces alcaloïdes se sont trouvés être identiques à deux bases déjà préparées par voie de synthèse, la *pyrrolidine*, C_4H_9N et la *N-méthylpyrroline*, C_5H_9N.

Ces composés constituent les deux alcaloïdes végétaux les plus simples, comme composition et comme structure, que l'on connaisse actuellement. Aussi leur existence dans les feuilles de tabac nous semble-t-elle venir à l'appui d'une hypothèse qui a été développée ici même par l'un de nous[1] ; selon cette hypothèse, la ormation des alcaloïdes dans les plantes serait due à deux phénomènes successifs :

1° La décomposition des matériaux azotés complexes (albumines, nucléines, chlorophylle, etc.) qui forment la partie essentielle des tissus, décomposition qui donnerait tout d'abord naissance à des produits basiques de constitution relativement simple ;

2° La complication de la molécule de ces produits par le fait de leur combinaison ou de leur condensation avec d'autres substances coexistant dans le végétal.

On pourrait, croyons-nous, voir dans la pyrrolidine et la méthylpyrroline du tabac les premiers représen-

[1] *Archives* (4) **19**. 329.

tants de ces *proto-alcaloïdes*, produits directs de la désassimilation, doués d'une existence éphémère, et destinés à disparaître rapidement pour faire place à des alcaloïdes plus compliqués, dans le cas particulier à la nicotine et à ses congénères.

Cette idée nous a engagés à rechercher si d'autres végétaux ne renfermaient pas également des bases simples et facilement volatiles, dont la signification pourrait être interprétée de la même manière. Nous nous sommes adressés, pour cette étude, soit à des plantes déjà connues pour être alcaloïdifères, soit à des espèces chez lesquelles on n'a encore observé la présence d'aucun alcaloïde. Nous avons examiné successivement :

1° Les fruits du poivre noir.

2° Les feuilles et les graines de la carotte cultivée.

3° Le persil.

4° Les feuilles de coca.

Nos expériences n'ayant été faites jusqu'ici que sur une petite échelle, plusieurs de leurs résultats sont restés fort incomplets ; mais ils ont tous été *positifs*, en ce sens que tous les végétaux que nous avons examinés nous ont fourni des bases facilement volatiles et de structure relativement simple ; quelques-unes ont pu être analysées et complètement caractérisées ; pour d'autres, nous n'avons pu recueillir à leur sujet que quelques données moins précises sur leur nature chimique. Il va de soi que ces recherches devraient être reprises avec des quantités beaucoup plus considérables de substance et avec des moyens plus puissants que ceux dont on dispose dans un laboratoire universitaire. Nous croyons cependant que le résultat général de notre étude peut présenter quelque intérêt au point

de vue de la chimie végétale, et qu'il tend à vérifier l'hypothèse énoncée plus haut.

Dans l'extraction des bases volatiles, nous avons procédé comme suit : La matière première, préalablement séchée à 100° et réduite en poudre, a été d'abord laissée en contact, pendant un certain temps, avec une solution diluée de carbonate de soude. Nous avons choisi ce sel de préférence à un alcali caustique, afin de ne mettre en liberté que les bases se trouvant dans le végétal à l'état de sels, et de ne pas courir le risque de décomposer ou de saponifier des substances plus complexes. Puis nous avons soumis le mélange à la distillation avec les vapeurs d'eau. Nous avons obtenu ainsi des liqueurs alcalines renfermant, à côté d'une forte proportion d'ammoniaque, une certaine quantité de bases organiques. Ces dernières ont été isolées en neutralisant les solutions par l'acide chlorhydrique, en les évaporant à siccité et en séparant, dans le résidu, les chlorhydrates organiques du chlorure d'ammonium au moyen de l'alcool absolu.

Dans les pages qui suivent, nous résumerons en premier lieu les résultats de nos recherches sur le tabac, puis ceux que nous avons obtenus plus tard avec les autres végétaux.

I. Alcaloïdes du tabac.

1230 gr. de nicotine brute, retirée des jus de tabac (Kentucky) de la maison Ormond à Vevey par distillation avec la soude et soigneusement séchée sur la potasse, ont été soumis à la distillation fractionnée. Il se dégage d'abord une certaine quantité de bases gazeuses

(ammoniaque accompagnée probablement de méthylamine), puis, à partir de 80°, passe un liquide incolore, très volatil. Le thermomètre monte lentement à 120°, puis la distillation s'arrête, pour reprendre plus tard. Il y a alors saut brusque du thermomètre à 240°, température à laquelle commence à passer la nicotine.

Le liquide distillant à 80-120° (dont le poids ne s'élevait qu'à 4 gr.) a été séché de nouveau, pendant plusieurs jours, sur la potasse, puis rectifié. Nous avons pu ainsi séparer deux fractions très nettes :

1re fraction, de 80 à 90° (environ 2 gr.).

2me fraction, de 105 à 110° (environ 1 gr.).

La première fraction a été seule examinée jusqu'ici. Elle constitue un liquide incolore, très mobile, possédant une odeur intense qui rappelle à la fois celle de la pipéridine et celle des amines de la série grasse. Elle est miscible en toutes proportions à l'eau, à l'alcool et à l'éther. Sa solution aqueuse a une réaction fortement alcaline au tournesol et est optiquement inactive.

L'analyse de cette fraction [1] nous a conduits à des chiffres qui sont intermédiaires entre ceux qu'exigent les formules C_4H_9N et C_5H_9N. Il était donc probable que la fraction renfermait un mélange de deux bases répondant à ces formules. Nous avons cherché à les séparer à l'aide de leurs sels.

Après quelques essais préliminaires, le chloraurate nous a paru, de tous les sels, être celui qui pourrait se prêter le mieux à cette opération. Nous avons alors

[1] Pour le détail des analyses, voir G. Court: Sur quelques nouveaux alcaloïdes végétaux. Thèse de Doctorat, Genève 1907.

dissous le mélange basique dans l'acide chlorhydrique, additionné la solution de chlorure d'or et soumis le précipité à une série de cristallisations fractionnées dans l'eau tiède légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique. Nous sommes parvenus ainsi à isoler deux chloraurates de solubilités différentes, que nous avons pu identifier par leur analyse et par l'examen de leurs propriétés à deux sels déjà décrits : le sel le plus soluble au *chloraurate de pyrrolidine*, obtenu par Ladenburg [1] et par Gabriel [2], le sel le moins soluble au *chloraurate de N-méthylpyrroline*, préparé par Ciamician et Piccinini [3]. En décomposant ensuite chacun de ces sels par l'hydrogène sulfuré, nous avons régénéré les chlorhydrates et préparé à leur aide quelques autres sels, dont les caractères sont venus compléter l'identification des bases.

Pyrrolidine.

$$\begin{array}{ccc} H_2C & - & CH_2 \\ | & & | \\ H_2C & & CH_2 \\ & \diagdown \diagup & \\ & N & \\ & H & \end{array}$$

Le *sel d'or* est assez soluble dans l'eau ; il se dépose par concentration de sa solution en paillettes jaune clair. Celles-ci, séchées à 100°, prennent une coloration rouge, qui disparaît par le refroidissement. Elles fondent à 206° en se décomposant et en dégageant des vapeurs qui colorent en rouge le bois de sapin humecté

[1] *Berichte* **19**. 782; **20**. 442. 2215.
[2] *Berichte* **24**. 3234.
[3] *Berichte* **30**. 1790.

d'acide chlorhydrique. Leur analyse conduit à la formule $C_4H_9N.HCl.AuCl_3$.

Le *chlorhydrate* forme des cristaux déliquescents ; traité par le nitrite de soude, il fournit une *nitrosamine* huileuse qui, extraite par l'éther, donne la réaction de Liebermann.

Le *sel de platine* est très soluble dans l'eau, mais fort peu dans l'alcool. Il cristallise dans ce dernier solvant en prismes transparents de couleur jaune orangé, anhydres, et fusibles à 199° en se décomposant. L'analyse leur assigne la formule $(C_4H_9N.HCl)_2PtCl_4$.

Les propriétés de ces sels concordent exactement avec celles que les auteurs précités ont observées chez les composés correspondants de la pyrrolidine de synthèse.

N-Méthylpyrroline.

```
H C=CH
  |   |
H₂C   CH₂
   \ /
    N
    |
   CH₃
```

Le *sel d'or* est moins soluble dans l'eau que celui de la pyrrolidine et se dépose avant lui dans la cristallisation fractionnée, sous la forme d'aiguilles aplaties, d'un jaune plus vif, fusibles sans altération à 191-192°. Chauffé plus haut, il se décompose en dégageant des produits gazeux qui colorent le bois de sapin en rouge. L'analyse fournit des chiffres qui correspondent à la formule $C_5H_9N.HCl.AuCl_3$.

Le *chlorhydrate* est en cristaux déliquescents ; en le traitant par le nitrite de soude, nous n'avons obtenu,

après extraction de la solution par l'éther, aucun résidu qui donnât la réaction de Liebermann.

Le *sel de platine* forme des aiguilles orangées, très solubles dans l'eau, beaucoup moins soluble dans l'alcool. Sa teneur en platine est celle qu'exige la formule $(C_5H_9N.HCl)_2PtCl_4$.

Le *picrolonate* cristallise dans l'eau chaude en beaux prismes jaunes, groupés en étoiles et fondant à 222° en se décomposant.

L'analyse et les propriétés des sels d'or et de platine auraient suffi, d'après les indications de Ciamician[1], à identifier notre base à la N-méthylpyrroline. Pour plus de sûreté nous avons préparé, par réduction du N-méthylpyrrol au moyen de la poudre de zinc et de l'acide chlorhydrique, suivant le procédé de Ciamician et Magnaghi[2], une petite quantité de méthylpyrroline, et nous l'avons transformée en son picrolonate. Celui-ci nous a paru absolument identique au sel décrit plus haut, et a présenté le même point de fusion (221°).

Il résulte de ces observations que les jus de tabac que nous avons examinés renferment une petite quantité (environ 0,3 °/₀ du poids total des alcaloïdes) de bases très volatiles, parmi lesquelles nous avons pu isoler la *pyrrolidine*, C_4H_9N et la *N-méthylpyrroline*, C_5H_9N. C'est à la présence de ces bases que la nicotine brute doit son odeur ammoniacale et désagréable. Débarrassée de celles-ci par rectification, la nicotine ne possède à froid presque plus d'odeur.

Afin de nous assurer que ces bases volatiles préexis-

[1] *Berichte* **16**. 1541; **18**. 725; **30**. 1790.

[2] *Berichte* **18**. 725.

tent réellement dans le tabac, et qu'elles ne prennent pas naissance, pendant l'extraction des alcaloïdes, par décomposition de la nicotine sous l'influence des alcalis caustiques, nous avons fait l'expérience de contrôle suivante :

100 gr. de nicotine pure ont été chauffés à l'ébullition, pendant sept heures, avec le même poids d'une solution de soude caustique à 20 °/₀. Les produits basiques ont été ensuite séparés, séchés sur la potasse et soumis à la rectification. Aucune goutte de liquide n'a passé avant 240°, et la base distillant à cette température possédait exactement le pouvoir rotatoire de la nicotine. Celle-ci n'avait donc subi aucune altération du fait de son ébullition prolongée avec la soude concentrée. A plus forte raison n'en doit-elle point éprouver pendant l'opération, beaucoup plus courte, de la distillation des jus avec la soude diluée.

II. Alcaloïde du poivre

On regarde généralement la *pipérine*, $C_{17}H_{19}NO_3$, comme étant le seul alcaloïde des fruits du poivre noir (*Piper nigrum* L.). En 1889, Johnstone[1] annonça cependant qu'il en avait retiré une autre base organique, qui s'y trouve en proportion beaucoup plus faible et assez variable suivant les échantillons (0,56 °/₀ en moyenne), et qui se distingue de la pipérine par sa volatilité avec les vapeurs d'eau. Johnstone en prépara le chloroplatinate et conclut de l'analyse de ce sel que la base ne pouvait être que la *pipéridine*.

[1] *Chem. News* 58. 235.

Cette assertion fut contredite plus tard par Kayser[1], qui prétendit n'avoir rencontré dans le poivre, comme base volatile, que de l'ammoniaque.

Nous avons repris cette recherche et sommes arrivés à un résultat qui confirme, dans une certaine mesure, l'observation de Johnstone. Dans l'échantillon de poivre que nous avons examiné (Singapore), nous avons pu constater la présence d'une très faible quantité (à peine 0,01 °/₀) d'une base organique volatile; mais nous avons trouvé que cette base, tout en se rapprochant beaucoup de la pipéridine par sa composition, ne lui est point identique.

3 kilogr. de poivre, traités comme il a été dit plus haut (distillation avec les vapeurs d'eau en présence de carbonate de soude), nous ont fourni environ 0,3 gr. d'un chlorhydrate organique. Celui-ci est extrêmement hygroscopique; dissous dans l'alcool, il se dépose lentement, par addition d'éther, en longues aiguilles incolores. Sa solution aqueuse se colore en rouge lorsqu'on la concentre au bain-marie. Additionnée de soude caustique, elle répand une odeur âcre et pénétrante, qui est loin de ressembler à celle de la pipéridine et qui provoque, au bout d'un instant, des maux de tête. Chauffé avec la poudre de zinc, le chlorhydrate émet des vapeurs qui communiquent une coloration rouge très intense au bois de sapin.

Ici, comme dans le cas précédent, c'est le *sel d'or* que nous avons choisi pour établir la composition de la base. Il se dépose en flocons cristallins lorsqu'on ajoute du chlorure d'or à la solution concentrée du

[1] *Zeitschr. für öffentliche Chemie* **10**. 137.

chlorhydrate. En le faisant recristalliser dans l'eau très légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique, on obtient de belles paillettes, ou aiguilles aplaties, de couleur jaune vif, assez solubles dans l'eau et fusibles à 178° en se décomposant. Une nouvelle cristallisation fait monter le point de fusion à 182°, température qui reste constante après une troisième cristallisation. (Le point de fusion du chloraurate de pipéridine est situé à 204-206°).

Le poids du sel d'or ainsi purifié ne s'élevait qu'à 0,4 gr. Une première partie de cette faible quantité de substance a été consacrée à l'analyse, laquelle a conduit à la formule *probable* $C_5H_9N.HCl.AuCl_3$. Le reste du sel a été reconverti en chlorhydrate au moyen de l'hydrogène sulfuré et a servi à préparer les deux sels suivants.

En ajoutant une solution aqueuse d'acide picrolonique à celle du chlorhydrate, nous avons obtenu le *picrolonate* sous la forme d'un précipité cristallin de couleur jaune pâle, fusible à 215-216° en se décomposant. Le point de fusion monte à 217° après une nouvelle cristallisation dans l'eau chaude. (Le picrolonate de pipéridine, préparé de la même manière, forme de longs filaments jaune clair, qui fondent à 248° en se décomposant.)

La solution du chlorhydrate n'est pas précipitée par le chlorure de platine ; mais si l'on évapore le liquide et qu'on traite le résidu par l'alcool bouillant, celui-ci n'extrait que le chlorure de platine en excès et laisse un *chloroplatinate* insoluble qui, examiné au microscope, est formé de petits prismes transparents de couleur orangée. Ce sel fond à 203° et se décompose quel-

ques degrés plus haut. Sa teneur en platine correspond à la formule $(C_5H_9N.HCl)_2PtCl_4$. Les produits volatils qui se dégagent dans sa calcination rougissent le bois de sapin.

Ainsi que l'indiquent Wallach et Lehmann[1] et ainsi que nous l'avons constaté nous-mêmes, le chloroplatinate de pipéridine se comporte d'une manière toute différente. Il se dissout facilement dans l'alcool bouillant et se dépose par refroidissement en belles aiguilles jaunes, qui contiennent une molécule d'alcool de cristallisation et qui fondent à 191° en se décomposant violemment. La formation de ce sel est caractéristique et peut servir à déceler des traces de pipéridine.

D'après ces quelques observations, la base volatile du poivre n'est pas la pipéridine. Les réactions de ses sels montrent qu'elle appartient à la série du pyrrol, leur analyse paraît en faire une *méthylpyrroline*. Comme elle n'est pas identique à la N-méthylpyrroline, elle constitue probablement une des deux C-méthylpyrrolines que prévoit la théorie :

$$\begin{array}{c} HC=CH \\ | \quad\quad | \\ H_2C \quad CH\text{-}CH_3 \\ \diagdown \diagup \\ N \\ H \end{array} \quad \text{ou} \quad \begin{array}{c} HC=C\text{-}CH_3 \\ | \quad\quad | \\ H_2C \quad CH_2 \\ \diagdown \diagup \\ N \\ H \end{array}$$

Mais, ni l'une ni l'autre de ces bases n'étant connue, il ne nous est pas possible de trancher cette question. Nous avons, du reste, l'intention de préparer une plus grande quantité de l'alcaloïde volatil du poivre et d'en poursuivre l'étude.

[1] *Annalen* **237**. 240.

Il nous restait à démontrer que cet alcaloïde préexiste dans le poivre, et qu'il n'est pas un produit de décomposition de la pipérine, lequel prendrait naissance au cours des opérations d'extraction. Gerhardt[1] a déjà observé, il est vrai, que la pipérine n'est pas décomposée par les alcalis aqueux, même à l'ébullition. Nous avons tenu cependant à faire l'essai suivant :

Nous avons fait bouillir pendant neuf heures au réfrigérant à reflux 15 gr. de pipérine pure avec une solution de 50 gr. de carbonate de soude dans un demi-litre d'eau, puis nous avons traité le mélange par la vapeur d'eau et reçu le produit de la distillation dans l'acide chlorhydrique. L'évaporation de ce dernier n'a laissé qu'un résidu solide presque imperceptible, en partie seulement soluble dans l'eau, et ne donnant aucune odeur avec la soude, ni aucun précipité avec le chlorure d'or.

III. Alcaloïdes des feuilles de carotte.

43 kilogr. de feuilles de carotte cultivée, préalablement desséchées à 100°, pulvérisées et passées au tamis pour éloigner les fragments de tiges, ont été distillés en présence de carbonate de soude. Les liqueurs alcalines ainsi obtenues ont été neutralisées par l'acide chlorhydrique et évaporées à siccité ; le résidu de chlorhydrates a été repris par une petite quantité d'eau, puis la solution sursaturée par la potasse solide et extraite par l'éther. Après avoir chassé ce dernier par

[1] Husemann-Hilger, *die Pflanzenstoffe*, p. 489.

distillation, nous avons obtenu un très faible résidu (environ 1 gr.) d'une base huileuse.

Mais nous nous sommes aperçus que, dans cette dernière opération, l'éther entraînait avec lui des produits basiques volatils. Pour récupérer ceux-ci, nous avons agité l'éther à plusieurs reprises avec de l'acide chlorhydrique dilué. En évaporant ensuite la solution acide, nous avons obtenu un assez fort résidu, formé en majeure partie de chlorure d'ammonium, mais dont nous avons pu retirer, par extraction au moyen de l'alcool absolu, environ 2 gr. d'un chlorhydrate organique.

Les feuilles de carotte renferment donc, en quantités extrêmement faibles, mais sensiblement égales, deux bases de volatilités différentes. Nous avons étudié séparément ces deux produits.

Base facilement volatile.

Le *chlorhydrate* est très soluble dans l'eau et dans l'alcool ; sa solution aqueuse se colore en rose lorsqu'on la concentre au bain-marie. Additionnée d'alcali, elle dégage une odeur très semblable à celle de la pipéridine.

Le chlorure d'or y produit un précipité jaune, facilement soluble à chaud, et cristallisant par refroidissement en belles aiguilles. Ce *chloraurate* fond à 203° en se décomposant et en donnant naissance à des produits volatils qui colorent en rouge le bois de sapin. La teneur en or répond à la formule $C_4H_9N.HCl.AuCl_3$.

La solution du chlorhydrate n'est pas précipitée par le chlorure de platine ; mais si l'on évapore la solution et qu'on reprenne le résidu par l'alcool, le *chloroplati-*

nate se dépose sous la forme de petits prismes jaune orangé, qui fondent vers 192° en se décomposant.

Ces propriétés nous paraissent suffire à identifier la base avec la *pyrrolidine*.

Base peu volatile.

Soumise à la distillation, elle passe entre 240 et 250°, à l'état d'un liquide huileux et incolore, dont l'odeur rappelle beaucoup celle de la nicotine. Elle est facilement soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther, et présente une réaction alcaline au tournesol.

Nous donnons à ce nouvel alcaloïde le nom de *daucine*. La seule analyse que nous en ayons pu faire nous a donné des résultats qui conduisent très exactement à la formule $C_{11}H_{18}N_2$.

En solution éthérée, la daucine est faiblement dextrogyre :

$$c = 0,646 \; ; \; l = 1 \; ; \; \alpha = +0,05° \; ; \; [\alpha]_D = +7,74°$$

Sa solution dans l'acide chlorhydrique est également dextrogyre. Concentrée au bain-marie, cette solution brunit légèrement, mais ne prend pas la coloration rosée caractéristique des bases pyrroliques. Elle laisse un résidu cristallisé en longues aiguilles groupées en étoiles. Chauffé avec la poudre de zinc, ce chlorhydrate dégage des produits volatils qui ne colorent pas le bois de sapin humecté d'acide chlorhydrique.

La solution du chlorhydrate est précipitée en jaune pâle par le phosphomolybdate d'ammoniaque et par l'acide picrolonique, et en brun par l'iodure de potassium ioduré, mais elle ne fournit aucun précipité avec

les chlorures d'or, de mercure et de platine, ni avec l'acide picrique, le bichromate de potassium, le ferricyanure de potassium et l'oxalate de soude.

Le nitrite de soude y produit un précipité jaune, soluble dans l'éther et dans l'acide chlorhydrique, mais qui ne donne pas la réaction de Liebermann.

La daucine présente certaines ressemblances avec la nicotine. Elle s'en rapproche par son odeur, son point d'ébullition, sa nature de base tertiaire et, jusqu'à un certain point, par sa composition. Elle s'en éloigne, en revanche, par la solubilité de la plupart de ses sels et par le fait que sa molécule ne semble pas renfermer le noyau du pyrrol.

IV. Alcaloïde des graines de carotte.

En distillant 500 gr. de graines de carotte avec le carbonate de soude, nous avons obtenu une très petite quantité d'un chlorhydrate organique, bien cristallisé et moins hygroscopique que tous les précédents et qui, chauffé avec la poudre de zinc, donne la réaction rouge du bois de sapin d'une manière particulièrement intense. La solution de ce chlorhydrate, additionnée de chlorure d'or, fournit un précipité cristallin qui fond à 172-175° en se décomposant,

Ces faits montrent que l'alcaloïde des graines de carotte, tout en étant de nature pyrrolique comme la base volatile des feuilles, ne lui est pas identique. C'est la seule indication que nous puissions donner à son sujet.

V. Alcaloïde du persil.

De 3 kilogr. de feuilles de persil, séchées à 100°, nous avons retiré une faible quantité d'un chlorhydrate mal cristallisé et de couleur brunâtre. Pour le purifier, nous l'avons redissous dans l'eau et additionné de quelques gouttes de chlorure mercurique. Le précipité qui se forme entraîne la plus grande partie des impuretés. Après filtration et élimination de l'excès de mercure au moyen de l'hydrogène sulfuré, nous avons obtenu, par évaporation de la solution, un résidu presque incolore.

Ce chlorhydrate donne, lorsqu'on le chauffe avec la poudre de zinc, la réaction du bois de sapin. Additionné de soude caustique, il répand une odeur qui rappelle celle des amines de la série grasse. Sa solution aqueuse n'est précipitée ni par le chlorure d'or, ni par celui de platine ; elle fournit avec l'acide picrolonique un précipité jaune, formé de fines aiguilles microscopiques et fusible à 210°.

VI. Alcaloïde des feuilles de coca.

1500 gr, de feuilles de coca nous ont fourni quelques centigrammes d'un chlorhydrate qui, purifié comme le précédent au moyen du chlorurure de mercure, a donné les réactions suivantes :

Coloration rouge très intense du bois de sapin par distillation avec la poudre de zinc ;

Odeur vireuse par addition de soude, à froid ;

Précipité floconneux jaune avec l'acide picrolonique ;

Pas de précipité avec les chlorures d'or ou de platine ;

Pas de précipité, en solution aqueuse concentrée, avec l'acide picrique.

La base est, croyons-nous, différente de l'hygrine $C_8H_{15}NO$, que Liebermann[1] a découverte dans certaines espèces de coca. L'hygrine est, il est vrai, un peu volatile avec l'eau et donne la réaction du bois de sapin par décomposition pyrogénée de ses sels, mais elle fournit avec l'acide picrique un précipité formé de jolies aiguilles jaunes, fusibles à 148°.

Conclusions.

Les essais que nous venons de décrire montrent que les cinq végétaux que nous avons examinés (tabac, poivre, carotte, persil et coca) contiennent, dans leurs feuilles ou leurs fruits, à l'état de sels décomposables par le carbonate de soude, de faibles quantités de bases volatiles avec l'eau. Nous avons pu identifier quelques-uns de ces nouveaux alcaloïdes avec des composés déjà connus ; nous avons montré que les deux bases retirées du tabac sont la *pyrrolidine* et la *N-méthylpyrroline* et que l'une de celles qui se trouvent dans les feuilles de carotte constitue la *pyrrolidine ;* nous avons, en outre, rendu probable que l'alcaloïde volatil du poivre a la formule C_5H_9N et représente une *C-méthylpyrroline*.

Deux conséquences intéressantes nous paraissent ressortir de nos observations. La première repose sur le fait que, à l'exception de la daucine, toutes les bases que nous avons isolées donnent la réaction caractéristique du bois de sapin et renferment par conséquent

[1] *Berichte* **22**. 679.

dans leur molécule le noyau du pyrrol plus ou moins hydrogéné. Cette analogie de constitution chimique nous semble révéler une communauté d'origine, et indiquer que ces bases doivent être regardées comme les produits de décomposition d'une seule et même substance dans laquelle préexisterait le noyau pyrrolique. Or, les travaux de M. Emile Fischer, ainsi que ceux de Küster et de Nencki, ont montré que ce noyau fait partie intégrante de la molécule de deux catégories de substances abondamment répandues dans le règne végétal, les albumines et la chlorophylle. On pourrait donc voir dans l'une ou l'autre de ces substances la source d'où proviennent les bases en question.

Il est probable que, dans la chlorophylle, le noyau du pyrrol est condensé avec un noyau aromatique réduit, de manière à former avec lui un groupement isoindolique. Il paraît peu vraisemblable que ce groupement puisse subir aisément une scission qui donnerait naissance aux alcaloïdes simples que nous considérons. Dans les matières albuminoïdes, au contraire, le noyau pyrrolique est entièrement hydrogéné, et uni au reste de la molécule par une seule liaison simple ; sa séparation semble donc devoir être plus facile. Entre la *proline*, qui se forme d'une manière si nette et si constante dans l'hydrolyse de toutes les albumines, et la *pyrrolidine* que nous avons retirée des feuilles de tabac et de carotte, la relation constitutionnelle est du reste trop étroite pour que l'on ne soit pas conduit à assigner aux deux composés une même origine.

Nous croyons donc que ce sont les albumines végétales qui, dans leur désagrégation, engendrent les bases pyrroliques que nous avons isolées. Nous pensons, de

plus, que ces bases doivent être considérées comme les premiers représentants des *proto-alcaloïdes* destinés à donner naissance par diverses modifications ultérieures (méthylation, condensations, élargissement de leur noyau) aux alcaloïdes plus complexes (nicotine, pipérine, cocaïne, daucine) que l'on rencontre à côté d'eux dans la plante.

En second lieu, il nous paraît digne de remarque que cinq végétaux, appartenant à des familles différentes et choisis pour ainsi dire au hasard, se soient tous trouvés renfermer, bien qu'en proportion très faible, des alcaloïdes volatils. On serait tenté d'en conclure que la production de ces bases est un phénomène général, commun à toutes les plantes, et que si la plupart d'entre elles n'ont pas été regardées jusqu'ici comme produisant des alcaloïdes, c'est qu'elles possèdent les moyens voulus pour détruire leurs déchets azotés, tandis que les autres doivent se borner à les rendre aussi inoffensifs et aussi peu gênants que possible en les transformant en produits plus compliqués, mais aussi moins toxiques ou moins facilement diffusibles, et en accumulant ceux-ci dans certaines cellules ou dans certains tissus spéciaux.

Genève, Laboratoire de chimie organique de l'Université.

NITRATION

DE L'ÉTHER MÉTHYLIQUE

de l'acide 3-nitro-4-diméthylaminobenzoïque

PAR

Frédéric REVERDIN et A. DE LUC

Dans un précédent mémoire sur l'acide 3-nitro-4-diméthylamino-1-benzoïque [1] l'un de nous a décrit quelques essais faits dans le but d'obtenir avec ce produit un dérivé polynitré de l'acide diméthylaminobenzoïque.

La nitration, en présence d'acide acétique avait donné lieu principalement à la formation de produits de décomposition plus ou moins avancée et en opérant en présence d'acide sulfurique, nous avions cru obtenir en outre, un acide polynitré sur lequel nous nous étions proposé de revenir en même temps que nous nous réservions d'étudier la nitration de l'éther méthylique de l'acide nitro-diméthylaminobenzoïque.

Nous n'avons pas pu obtenir de nouveau l'acide polynitré, dont il avait été accessoirement question dans le mémoire cité, en quantité suffisante pour qu'il ait valu la peine de l'étudier de plus près ; nous avons en

[1] *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 1907, t. XXIII, p. 458.

revanche quelques doutes sur la réalité de sa formation, que nous n'avions du reste considérée que comme aléatoire, étant donnés les résultats peu concluants de l'analyse et nous serions plutôt tentés de croire maintenant que le composé décrit précédemment était constitué par un mélange.

Nous avons encore essayé de nitrer l'acide nitro-diméthylamino-benzoïque soit par le nitrate d'acétyle, en laissant monter la température jusqu'à + 35°, soit par l'acide nitrique seul de D = 1. 52 en opérant à basse température.

Dans le premier cas nous avons obtenu principalement de l'acide nitro-monométhylaminobenzoïque pour lequel nous avons trouvé avec un thermomètre étalon, vérifié par la D. Reichsanstalt, le F. 303-305° au lieu de 288° indiqué par Nœlting et Demant qui ont décrit cet acide[1].

Dans le second cas, l'acide nitro-diméthylaminobenzoïque n'a pas subi de transformation.

Il résulte donc de ces essais et des précédents que, quelle que soit la méthode employée, il n'a pas été possible de nitrer davantage l'acide mononitro-diméthylaminobenzoïque, mais que dans les conditions indiquées, il se décompose partiellement pour fournir le dérivé mononitré de l'acide monométhylaminobenzoïque ainsi que des dérivés plus ou moins nitrés de la mono et de la diméthylaniline.

Nous avons alors examiné comment se comportait à la nitration l'éther méthylique de l'acide 3-nitro-4-

[1] *Berichte d. D. chem. Ges.*, 1904, t. 37, 1028.

diméthylamino-1-benzoïque décrit précédemment par l'un de nous et Délétra [1].

Nous l'avons soumis à l'action de l'acide nitrique soit en présence d'acide acétique ou d'acide sulfurique, soit seul et nous avons toujours obtenu des dérivés nitrés, non pas de l'acide diméthylaminobenzoïque, mais bien de l'acide monométhylaminobenzoïque : quel que soit le procédé employé il y a toujours pendant la nitration élimination d'un groupe méthyle lié à l'azote, mais en revanche le groupe $COOCH^3$ est préservé tandis que dans la nitration de l'acide lui-même il se forme, entr'autres, comme nous venons de le rappeler, par élimination du groupe COOH des dérivés de la mono et de la diméthylaniline.

1) *Nitration en présence d'acide acétique.*

Nous avons dissous 5 gr. de l'éther méthylique ci-dessus dans 20 cc. d'acide acétique, puis après avoir refroidi cette solution avec de l'eau froide, nous y avons introduit peu à peu 25 cc. d'acide nitrique de D = 1.52, de manière que la température ne dépasse pas 20° et nous avons ensuite chauffé lentement au bain-marie jusqu'à 45° dans l'espace de 5-10 minutes. Le produit de la réaction après avoir été coulé dans l'eau et filtré a été cristallisé dans l'alcool étendu, puis dans l'acide acétique dilué et enfin pour l'obtenir complètement pur dans un mélange de benzène et de ligroïne. Il se présente sous la forme de feuillets plus ou moins épais, jaune clair, F. 88° et correspond d'après les résultats de l'analyse et les recherches faites en vue d'établir sa

[1] *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 1906, t. XXI, p. 617.

constitution à l'*éther méthylique de l'acide 3-5-dinitro-4-nitrosométhylamino-1-benzoïque :*

NO^2

$\begin{matrix} CH^3 \\ NO \end{matrix} > N \langle \quad \rangle COOCH^3$

NO^2

0,1400 gr. Subst. 0.1965 CO^2; 0,0390 H^2O
0,1019 » » 18.4 cc. N (21°; 718 mm.)

Calculé pour $C^9H^8O^7N^4$	C = 38.03	Trouvé C = 38.28 %
	H = 2.82	H = 3.09
	N = 19.72	N = 19.30

Ce produit qui donne d'une manière très nette la réaction de Liebermann pour les nitrosamines, est très soluble à froid dans l'acide acétique et le benzène, peu soluble à froid dans l'alcool, très soluble à chaud dans l'alcool pur ou étendu, dans l'acide acétique étendu, très peu soluble dans la ligroïne même bouillante ; il est insoluble dans l'eau et dans la solution de carbonate de soude. Sa solution alcoolique prend par addition de lessive de soude alcoolique une belle coloration rouge-violacé.

Action des acide minéraux.

Cet éther bouilli pendant une ou deux heures avec de l'acide chlorhydrique concentré ou étendu ou encore avec de l'acide sulfurique dilué en excès, est dénitrosé et en partie déséthérifié ; le produit de cette réaction est en effet partiellement soluble dans la solution de carbonate de soude. La solution fillrée précipitée par l'acide chlorhydrique fournit un acide qui aprés avoir été cristallisé dans l'alcool étendu est en belles aiguil-

les prismatiques, jaune citron, F. 223-224°, ne donnant plus la réaction de Liebermann et se colorant en rouge brun avec la lessive de soude alcoolique.

Ce nouveau composé constitue l'*acide 3-5-dinitro-4-monométhylamino-1-benzoïque* C^6H^2. COOH. NO^2. NO^2. NH. CH^3 (1.3.5.4.)

0,1046 gr. Subst.	0.1559 CO^2 ; 0,0302H^2O		
0.1165 » »	18.4 cc.	N (15°; 717 mm.)	
Calculé pour $C^8H^7O^6N^3$	C = 39.83	Trouvé C = 40.64 %	
	H = 2.90	H = 3.20	
	N = 17.42	N = 17.35	

Cette substance est peu soluble à froid dans l'acide acétique et dans l'alcool, très soluble à chaud, très peu soluble dans le benzène, insoluble dans la ligroïne; elle est un peu soluble dans l'eau bouillante qu'elle colore en jaune.

La partie insoluble dans la solution de carbonate de soude, après avoir été purifiée par cristallisation dans l'alcool pur ou dilué, ne donne plus la réaction de Liebermann et se colore en rouge brun par la lessive de soude alcoolique ; elle est en belles paillettes jaune orangé F. 123-124° et constitue l'*éther méthylique de l'acide précédent.*

0,1228 gr. Subst.	0.1875 CO^2; 0.0412 H^2O		
0,1068 » »	14.9 cc.	N (14°; 717 mm.)	
Calculé pour $C^9H^9O^6N^3$	C = 42.35	Trouvé C = 41.63 %	
	H = 3.53	H = 3.72	
	N = 16.47	N = 16.13	

Cet éther est très soluble à froid dans l'acide acétique et dans le benzène, peu soluble à froid dans l'alcool, très soluble à chaud dans ce dissolvant ainsi que

dans l'alcool étendu, un peu soluble à chaud dans la ligroïne.

Action du carbonate de soude.

Lorsqu'on fait bouillir l'éther F. 88° avec une solution de carbonate de soude, pendant environ deux heures et demie, dans la proportion de 2 gr. d'éther et 2 gr. de carbonate de soude dans 30 cc. d'eau, ce produit est complètement transformé en un acide cristallisant dans l'acide acétique étendu en belles aiguilles jaunes, F. vers 245° et que nous avons identifié avec l'*acide 4-oxy-3-5-dinitro-1-benzoïque.*

Si l'on fait bouillir cette solution trop peu longtemps ou que l'on emploie une solution trop étendue de carbonate de soude, on obtient au lieu de cet acide seul un mélange renfermant une certaine quantité de l'*acide dinitro-monométhylamino-benzoïque* qui prend d'abord naissance par dénitrosation et déséthérification de l'éther.

Nous avons préparé, pour l'identification, l'acide oxydinitré par les procédés connus, soit en chauffant l'acide chrysanisique C^6H^2. COOH. NO^2. NO^2. NH^2 (1.3.5.4,) avec une solution de soude caustique, soit en décomposant son dérivé diazoïque par ébullion de sa solution acide. Dans ce cas il convient de faire la diazotation en présence d'acide sulfurique étendu plutôt qu'en présence d'acide chlorhydrique ; avec ce dernier nous avons en effet obtenu au lieu de l'acide oxydinitré, un acide de F vers 150° qui possède tous les caractères d'un acide chloré décrit par Jackson et Ittner[1] comme étant probablement l'acide *4-chlor-3-5-*

[1] *Amer. Journ.* 19 (1897) 18.

dinitro-1-benzoïque et qui donne comme lui avec l'aniline, des aiguilles rouge orange F. 238° de l'*acide 4-anilido-3-5-dinitro-1-benzoïque.*

La transformation de l'éther F. 88° en acide 4-oxy-3-5-dinitro-1-benzoïque nous a donc permis d'en déterminer la constitution ainsi que celle de ses dérivés conformément aux formules indiquées plus haut.

Action de la lessive de soude alcoolique.

On obtient le même acide oxydinitré en humectant avec de la lessive de soude l'éther F. 88°, puis ajoutant à la pâte ainsi obtenue et en refroidissant, de l'alcool et abandonnant à la température ordinaire jusqu'au lendemain ; il se forme en outre dans ce cas, quelques produits secondaires qui rendent la préparation de l'acide pur un peu plus longue ; on a constaté pendant la réaction un dégagement gazeux accompagné d'une forte odeur de méthylamine.

Action du phénol.

On sait qu'en faisant bouillir les nitramines avec du phénol il y a élimination du groupe NO^2 lié à l'azote ; en faisant cette même réaction avec l'éther de la nitrosamine F. 88° nous avons obtenu facilement *l'éther méthylique de l'acide 3-5-dinitro-4-monométhylamino-1-benzoïque* F. 123-124° dont il a déjà été question plus haut.

Il suffit pour le retirer de traiter à froid le produit de l'ébullition avec le phénol par une solution de carbonate de soude jusqu'à élimination de l'excès du phé-

nol et des parties solubles, puis de faire cristalliser le résidu dans l'alcool pur ou étendu.

Nous avons supposé que la formation du dérivé nitrosé dont nous venons de nous occuper provenait peut-être de la présence de vapeurs nitreuses dans notre acide nitrique, mais tel n'est pas le cas. En effet, en répétant cette nitration avec de l'acide nitrique débarrassé de vapeurs nitreuses au moyen de l'urée, il se forme le même éther dinitré de l'acide nitrosomonométhylaminobenzoïque ; toutefois, la réaction doit être opérée à une température un peu plus élevée et il faut chauffer jusque vers 64° au lieu de 45°.

2. *Nitration en présence d'acide sulfurique.*

Nous avons dissous 4 gr. de l'éther méthylique de l'acide 3-nitro-4-diméthylamino-1-benzoïque dans 16 cc. d'acide sulfurique concentré, puis nous avons introduit peu à peu dans cette solution, en maintenant la température vers 15°, 16 cc. d'un mélange à parties égales d'acide sulfurique concentré et d'acide nitrique de D = 1,52. Après avoir encore laissé le produit de la réaction en contact pendant une heure environ, nous l'avons chauffé dans l'espace d'une dizaine de minutes jusqu'à 70-75°, c'est-à-dire jusqu'au moment où commence un léger dégagement gazeux, puis nous avons coulé dans l'eau froide.

Le produit filtré, après avoir été cristallisé dans l'alcool étendu et, en vue de l'analyse, dans un mélange de benzène et de ligroïne, est en petites paillettes nacrées et presque blanches, F. 126°.

Ce composé constitue l'*éther méthylique de l'acide 3-5-dinitro-4-monométhylnitramino-1-benzoïque :*

$$\begin{array}{c} NO^2 \\ \begin{matrix} CH^3 \\ NO^2 \end{matrix} > N \langle \bigcirc \rangle COOCH^3 \\ NO^2 \end{array}$$

0.1366 gr. Subst. 0.1823 CO^2 ; 0.0362 H^2O
0.1353 » » 23.2 cc. N (19°; 723 mm.)
0.1099 » » 18.5 cc. N (19°; 725 mm.)

Calculé pour $C^9H^8O^8N^4$	C = 36	Trouvé C = 36.32 %
	H = 2.66	H = 2 94
	N = 18.66	N = 18.64 ; 18.35

Ce produit est, d'une manière générale, un peu moins soluble dans les divers dissolvants que l'éther F. 88° ; sa solution alcoolique est également colorée en un beau rouge violacé par l'addition de lessive de soude alcoolique.

On trouve toujours dans les eaux de filtration du produit principal une petite quantité de l'acide 3-nitro-4-monométhylamino-1-benzoïque, F. vers 303-305°. On le retire de la solution en la concentrant après l'avoir neutralisée, puis en reprenant le résidu dans l'eau et précipitant par l'acide chlorhydrique.

Si, dans la nitration ci-dessus, on emploie de l'acide nitrique dépourvu de vapeurs nitreuses, il convient d'opérer à une température un peu plus élevée, soit de monter jusqu'à 80°.

3. *Nitration avec l'acide nitrique seul.*

a) En introduisant 4 gr. de l'éther dans 16 cc. d'acide nitrique de D = 1.52 refroidi et maintenant la

température entre — 2° et + 4°, puis la laissant monter en un quart d'heure à 20° et coulant rapidement, car la réaction devient facilement assez vive, on obtient le même produit que ci-dessus.

Le composé de F. 126° bouilli pendant une heure avec de l'acide chlorhydrique dilué (au $^1/_3$) est en partie déséthérifié et l'on retrouve dans le produit de la réaction, à côté de l'éther non attaqué, une partie soluble dans le carbonate de soude ; en précipitant la solution sodique au moyen de l'acide chlorhydrique, puis faisant cristalliser dans l'alcool étendu et dans le benzène, on obtient un composé cristallisé en paillettes jaune citron, F. 200°, qui constitue l'*acide 3-5-dinitro-4-monométhyl-nitramino-1-benzoïque.*

0.0894 gr. Subst.	0.1128 CO^2; 0.0200 H^2O		
0.1070 » »	19 cc. N (13°; 708 mm.)		
Calculé pour $C^8H^6O^8N^4$	C = 33.56	Trouvé	C = 34.41 %
	H = 2.09		H = 2.48
	N = 19.58		N = 19.44

Cet acide est peu soluble à froid dans l'acide acétique ainsi que dans l'alcool, soluble à chaud, très peu soluble même à chaud dans le benzène, insoluble dans la ligroïne. Sa solution alcoolique additionnée de lessive de soude alcoolique est peu colorée au début en un rouge qui, au bout de quelques instants, vire au rouge violacé.

Avec l'acide chlorhydrique concentré, l'éther F. 126° est à peine attaqué après une demi-heure d'ébullition.

En revanche, il est très facilement déséthérifié par ébullition peu prolongée avec une solution de carbonate de soude pour donner l'acide correspondant de F. 200°.

Enfin il fournit, par l'action de la lessive de soude en

présence d'alcool et par ébullition avec le phénol, les mêmes dérivés que l'éther de l'acide 3-5-dinitro-4-monométhyl-nitrosamino-1-benzoïque, d'où il résulte, comme cela était à prévoir du reste, que la constitution de l'éther nitroaminé correspond bien à la formule indiquée ci-dessus.

b) Nous avons également fait des essais, qui nous ont donné un résultant différent, en opérant avec des acides nitriques moins concentrés, c'est-à-dire de D = 1.2 et 1,4 : l'éther se dissout facilement à la température ordinaire dans l'un et l'autre de ces acides.

En abandonnant pendant 24 heures à la température ordinaire la solution de l'éther dans l'acide de D = 1,2 ou en la chauffant pendant une demi-heure à la température du bain-marie, on retrouve ensuite dans les deux cas, dans le produit de la réaction, de l'éther non attaqué et de l'*éther de l'acide 3-5-dinitro-4-méthylnitrosamino-1-benzoïque* de F. 88°.

Avec l'acide de D = 1,4, on obtient en revanche cette même combinaison avec le rendement théorique, tout au moins en opérant sur de petites quantités (5 ou 10 gr.) et dans les conditions suivantes : on dissout l'éther en l'introduisant dans six parties en volume d'acide nitrique de D = 1,4 à la température de 15-18° ; l'introduction étant terminée, la température du mélange commence à monter au bout de peu de temps, puis il y a dégagement abondant de vapeurs rutilantes et élévation de la température jusque vers 85°, même si le ballon dans lequel on fait la nitration est plongé dans l'eau glacée ou exposé à l'air froid ; la température baisse ensuite progressivement et la plus grande partie du produit de nitration de F. 88° se dépose sous

la forme cristalline. On filtre sur de la laine de verre et on retire encore de l'acide de filtration, en le précipitant par l'eau, le reste du produit formé qu'une seule cristallisation dans l'alcool purifie complètement.

Il nous reste à signaler que, dans une nitration de l'éther méthylique de l'acide 3-nitro-4-diméthylamino-1-benzoïque faite en introduisant l'acide nitrique de D = 1,52 dans la solution sulfurique de cet éther et en ne laissant monter la température que jusque vers 35-40°, il nous est arrivé d'obtenir l'*éther méthylique de l'acide 3-nitro-4-monométhylamino-1-benzoïque* C^6H^3. $COOCH^3$. NO^2. $NHCH^3$.

Cet éther cristallisé dans l'alcool à 50 %, puis dans un mélange de benzène et de ligroïne, est en petits cristaux prismatiques, jaune citron, F. 145°.

0.1542 gr. Subst.	0.2924 CO^2; 0.0655 H^2O		
0.1153 » »	14.4 cc. N (22°; 722 mm.)		
Calculé pour $C^9H^{10}O^4N^2$	C = 51.43	Trouvé	C = 51.71 %
	H = 4.76		H = 4.72
	N = 13.30		N = 13.36

Cet éther est un peu soluble à froid dans l'acide acétique, l'alcool, le benzène, très soluble à chaud, insoluble dans la ligroïne ou très peu soluble même à chaud ; la lessive de soude introduite dans sa solution alcoolique ne provoque qu'une légère coloration jaune.

La constitution de cet éther a été déterminée par les réactions suivantes : nous l'avons déséthérifié par ébullition avec l'acide chlorhydrique et nous avons obtenu un acide qui a été identifié avec l'acide 3-nitro-4-monométhylamino-1-benzoïque de F. vers 303-305° et d'au-

tre part nous avons transformé cet acide en éther méthylique qui s'est montré identique au composé ci-dessus décrit.

La première action de l'acide nitrique dans la nitration de l'éther méthylique de l'acide 3-nitro-4-diméthylaminobenzoïque a donc pour résultat d'éliminer un des deux groupes « méthyle » liés à l'azote, ce qui explique pourquoi les dérivés obtenus sont toujours ceux de l'acide monométhylaminobenzoïque et non ceux de l'acide diméthylaminobenzoïque.

Genève. Laboratoire de Chimie organique de l'Université.
Décembre 1907.

QUELQUES
RECHERCHES SUR LE VOLCANISME
AU PICO DE TEYDE ET AU TIMANFAYA

(TROISIÈME PARTIE)

PAR

Albert BRUN
Licencié ès Sciences à Genève

avec la collaboration pour le travail sur le terrain

DE

H.-F. MONTAGNIER, F. R. G. S.

(avec 2 figures dans le texte)

L'introduction dans la science géologique d'une conception nouvelle du phénomène volcanique ne peut pas avoir lieu sans heurts et sans discussions.

Ayant été amené par diverses recherches[1] à conclure que le cratère en activité est anhydre, j'ai dit que les eaux qui parfois s'échappent du cône, comme phénomène prémonitoire, que les pluies qui parfois tombent avec les cendres étaient des eaux totalement étrangères au phénomène volcanique dans son essence.

[1] *Arch. des sc. phys. et nat.* A. Brun. Quelques recherches sur le volcanisme, t. XIX, n° 5, p. 439, 1905, et t. XXII, n° 11, p. 425, 1906.

A. Brun. Le Volcanisme. *Le Globe*, 1907, t. XLVI, Mémoires.

Ce théorème n'a pas été admis par tout le monde. M. G. Mercalli[1] et M. A. Gautier s'y sont opposés[2].

Je regrette que mes contradicteurs n'aient pas répété mes expériences. L'absence de l'eau dans le cratère et la cheminée centrale n'est pas une vue théorique, mais c'est la déduction fatale et irrémédiable d'expériences

[1] G. Mercalli. I Vulcani attivi della terra. Milan, 1907, p. 397, etc.

Giuseppe Mercalli. La Grande Eruzione Vesuviana dell'apr. 1906. Estratto dalla Rassegna Nazionale. Firenze, novemb. 1906, p. 19.

Où ce savant vulcanologue dit de moi :

« Eppure la mania di dire cose nuove è tale, che anche recentemente il Prof. Brun (je ne suis pas professeur) ed altri hanno negata assolutamente la presenza del vapore acqueo... »

Et plus loin, parlant de l'action de l'eau de mer :

« Sia stata combattuta con osservazioni troppo superficiali da molti recenti Vulcanologi. »

Je ne crois pas, pour ma part, que des recherches donnant lieu à une expédition du genre de celle relatée ici, puissent être taxées d'*observations superficielles.*

[2] Armand Gautier. Intervention réelle de l'eau dans les phénomènes éruptifs. *Arch. des sc. phys. et nat.*, tome XXIV, n° 11, p. 463, novembre 1907.

Cet article est consacré entièrement à combattre mes conclusions. Je me réserve, si je le juge nécessaire, après la publication du présent mémoire, de répondre à mon honorable et savant contradicteur.

Je ferai simplement observer, en attendant, que dans les blocs de la Somma, la présence du Périclase (MgO) sur lequel se base M. Gautier pour combattre une de mes conclusions, ne peut pas entrer en ligne de compte. Ce minéral se rencontre en très petits cristaux dans des calcaires métamorphiques qui n'ont rien à faire avec ce qui se passe dans le cratère à la température de volatilisation des chlorures en question.

Pour une discussion de ce genre, il est urgent de préciser le point considéré dans le temps et dans l'espace, aussi bien que la température.

et d'observations nombreuses effectuées tant sur le terrain que dans le laboratoire.

J'aurais pu répondre en détail à mes savants adversaires, représenter encore mes expériences anciennes et réfuter point par point leurs idées.

Mais ce serait abuser du lecteur que lui dire à nouveau ce qu'il connaît déjà. Je préfère amener dans la discussion tout le poids d'analyses nouvelles, inédites, effectuées sur le terrain : analyses qui démontrent toujours plus l'anhydricité du cratère.

En effet, afin d'appuyer énergiquement cette conclusion, M. Montagnier et moi avons pensé devoir organiser une expédition pour doser directement la vapeur d'eau dans les gaz émanés par deux cratères encore chauds, et ce sont les résultats chimiques obtenus dans ce voyage qui font l'objet de cet article, auxquels j'ai ajouté quelques observations de morphologie qui peuvent présenter de l'intérêt.

CHAPITRE Ier

Choix des volcans des Canaries

La vapeur d'eau étant amenée dans le cratère et dans l'intérieur du cône chaud seulement par les pluies et par les eaux telluriques errantes, il fallait, si nous voulions doser une vapeur d'eau supposée d'origine uniquement cratérienne, éliminer le plus possible le facteur tellurique et atmosphérique.

Dans ce but, il fallait choisir des volcans situés dans un climat tel, que, soit les pluies, soit les eaux errantes, fussent réduites à leur minimum. Deux régions du

globe se prêtaient à cette recherche : le Pérou et les Canaries. M. Montagnier, qui avait déjà gravi le Misti, estimait que les délicats dosages en projet n'étaient guère possibles à l'altitude de 6000 mètres à laquelle il faudrait arriver au Pérou. D'autre part, l'éloignement rendait moins facile pour moi cette expédition. Nous nous arrêtâmes donc aux Canaries.

Le climat des Canaries est très convenable pour notre but.

Le Pic de Teyde, qui s'élève à 3710 mètres[1] et dont le cratère à l'état de solfatare occupe le sommet, est, il est vrai, couvert de neige en hiver ; mais en effectuant les travaux en août, nous étions dans la période sèche. Toute l'eau errante est infiltrée dans le sol et à peu près disparue. Cependant, en été, le pic n'est pas tout à fait indemne de pluies ; nous estimons que, pendant notre séjour, il a dû tomber à peu près 6 à 8 millimètres d'eau sur la région dépassant 3000 mètres d'altitude.

Cette quantité est inappréciable vis-à-vis de ce qui tombe dans d'autres régions.

L'île de Ténériffe est en général très sèche et les sources y sont très rares et très faibles : les habitants, pour vivre, doivent collecter les pluies d'hiver dans de vastes citernes.

Quant à l'île de Lanzarote, où se trouve le volcan du Timanfaya[2], les renseignements obtenus montrent qu'en général il y pleut une fois par an. Nous nous trouvions sur le volcan à la mi-septembre 1907 et la

[1] 3716 m. selon d'autres auteurs, etc. Cette altitude sera discutée en détail dans un travail géographique en préparation. Les Espagnols donnent 3760 m., etc.

[2] Appelé aussi Montaña del Fuego.

dernière pluie avait eu lieu le 28 avril 1907 et avait duré quatre heures. Il n'y a aucune source dans toute l'île. A Haria, à 35 kilomètres au nord-est du Timanfaya, on cite comme extraordinaire un puits qui a un peu d'eau. Tous les habitants vivent sur des citernes collectrices de l'unique pluie annuelle.

Au point de vue qui nous occupe, les conditions sont donc excellentes à Lanzarote, les eaux atmosphériques ou errantes étant totalement éliminées. Et, fait très important, le volcan qu'il s'agissait d'étudier est encore très chaud. Le bois, la paille s'enflamment dans le cratère et sur les flancs du cône.

CHAPITRE II

Mode opératoire

Le but étant de doser l'eau, il n'était pas possible d'utiliser les procédés d'analyse usités par Fouqué, St-Claire-Deville, Bunsen, etc. M. Fouqué se servait d'un aspirateur à l'eau, en verre, et enfermait les gaz dans des tubes scellés de suite au chalumeau. Le gaz était ipso facto humide. D'autre part, son procédé du ballon vide est bien précaire dans une longue expédition.

Pour ce qui concerne mes recherches, je devais pouvoir travailler commodément loin ou près de la fumerolle, suivant les circonstances. Il fallait aussi que le gaz ne fut en contact avec aucune eau étrangère. Je m'arrètai aux modes opératoires suivants qui, sur le terrain. se sont montrés très pratiques.

Récolte du gaz. Un long tuyau de plomb (10 mètres

environ) est terminé par un tube de cuivre[1] qui plonge dans la fumerolle aussi profondément que possible. L'ouverture de la fumerolle est mastiquée avec une silice pâteuse très abondante dans le cratère du pic de Teyde. A l'autre extrémité du tube de plomb est fixée une pompe en caoutchouc aspirante et foulante P, ce qui permet d'avoir un courant continu de gaz pur que l'on peut diriger où l'on veut. Le gaz, par son trajet dans le tuyau de plomb qui agit comme réfrigérateur, a une température assez basse pour ne pas agir sur le caoutchouc (*fig. 1*). Le gaz peut donc être vivement poussé en courant continu dans la chambre de l'hygro-

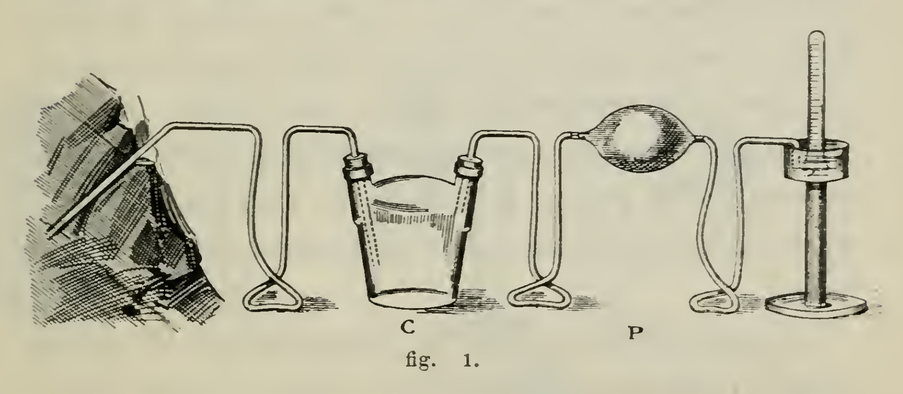


fig. 1.

mètre ou dans le tube à analyse placé *sur le mercure* (*fig. 1*). Lorsque le gaz était très humide, l'eau se condensait alors sur le trajet du tube ; j'intercalais un flacon à deux tubulures (C) destiné à recevoir cette eau et le gaz, en partie déshydraté, pouvait se conduire sur le mercure.

Dosage de l'eau. — Cas de la fumerolle humide. Le dosage de l'eau s'effectua soit par hygrométrie, soit par contraction.

[1] Le cuivre n'est employé que si la température est trop élevée pour le plomb.

Un tube d'argent[1] contenant de l'eau dans laquelle plonge un bon thermomètre est placé dans la fumerolle. Le tube d'argent porte deux boucles que l'on passe aux becs d'une longue pince qui sert de support commode pour amener l'appareil dans la fumerolle chaude. On lit la température à laquelle la rosée se forme sur le tube. Ce procédé est bon, sensible, et permet beaucoup de lectures en peu de temps. Il est assez sensible pour que l'on s'aperçoive facilement que des bouffées de gaz, possédant des titres en eau différents, sortent alternativement de la même fumerolle.

Le procédé par contraction est plus commode et servait à contrôler le précédent : j'opérais ainsi : un bon tube de verre d'Iéna ouvert aux deux bouts, à parois épaisses, convenablement jaugé, est plongé dans la fumerolle — celle-ci est bien mastiquée afin d'obtenir un courant vif de gaz (c'était facile au Pico de Teyde où de nombreuses fumerolles soufflantes existent) (blow holes).

Le gaz parcourt le tube un certain temps. On ferme celui-ci rapidement (au bouchon rodé ou avec le robinet qui y est préalablement ajusté) et on le plonge dans le mercure. On laisse refroidir. Connaissant le volume primitif, la température de la fumerolle, le volume restant et la température finale, ainsi que la pression de la vapeur d'eau à cette T finale, on a tous les éléments voulus pour calculer le $^{0}/_{0}$ en eau du gaz de la fumerolle.

[1] Il eût été préférable de prendre du platine pour éviter la sulfuration : cependant l'argent une fois bien sulfuré ne présente pas de difficultés dans l'appréciation du moment du point de rosée.

Cas de la fumerolle sèche. Ici le procédé par contraction est en défaut, non pas par principe, mais sur le terrain, parce que l'on ne possède pas de moyens réfrigérants suffisants pour être certain que le gaz à la température finale soit bien à son point de saturation en vapeur d'eau.

Je procédai alors par l'hygrométrie, en conduisant le gaz dans une chambre de verre fermée munie d'une tubulure d'arrivée et d'une tubulure de sortie de gaz et dans laquelle, par une troisième ouverture, plongeait le tube de l'hygromètre H *(fig. 2)*. Le refroidissement

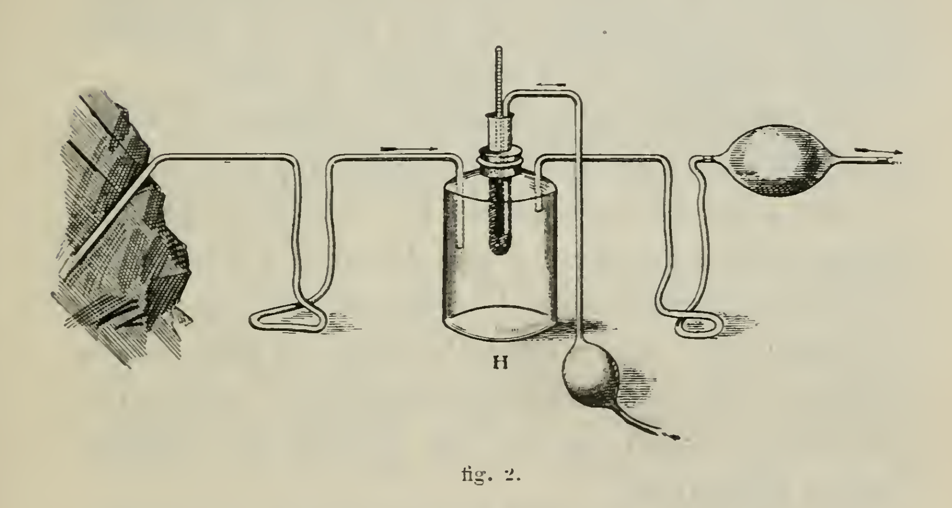


fig. 2.

s'opérait par un barbotage d'air insufflé au moyen d'une pompe en caoutchouc, dans le chloroforme que contenait le tube d'argent[1].

Comme le gaz du volcan est toujours mêlé d'air, on prenait aussi le titre hygrométrique de l'air atmosphérique ambiant.

[1] C'est donc une adaptation spéciale du procédé Regnault.

CHAPITRE III

Les résultats

Pico de Teyde. — Le cône terminal du Teyde, le Sugar Loaf, est formé de roche andésitique en place, recouverte de ponces qui ont croulé en avalanche et comblé en partie le replat nommé la Rambleta. Cette Rambleta semble être la région d'un ancien cratère rempli par la formation du Sugar Loaf. A cette altitude se trouvent les premières fumerolles et quelques solfatares qui se distinguent de loin par leur apparence blanche argileuse. Il s'y trouve peu de soufre.

La température de la fumerolle dénommée le Narix, à la Rambleta n'est que 57° = baromètre H = 508,87 et son point de condensation 55°. Elle n'est donc pas même saturée de vapeur d'eau. Au fur et à mesure que l'on monte le Sugar Loaf, l'on découvre de plus en plus des fumerolles qui, lorsque le temps est beau depuis plusieurs jours, ne sont pas apparentes, mais qui le deviennent aussitôt qu'il a plu, la veille ou quelques heures auparavant.

Nous avons pu fréquemment contrôler nos dosages par cette simple apparence du cône qui, vu depuis la Rambleta, montrait ses fumerolles comme autant de points nuageux disséminés sur ses pentes.

Le cratère lui-même est peu profond. Les roches y sont presque totalement argilifiées et même attaquées jusqu'à l'état de silice libre ; l'état solfatarien est absolument net. Les fumerolles, réparties un peu partout dans le cratère, sont humides et en général sont souf-

flantes. Le gaz s'échappe par de petits trous perforés dans une épaisse couche de pâte siliceuse, trous ayant quelques centimètres de diamètre (jusqu'à 5) et tapissés de jolis cristaux de soufre. La pâte, sorte de silice impure, est très acide ; elle contient, outre le soufre, des sulfates acides d'alumine, de chaux, de soude, à peine de fer à l'état de protosel avec des traces de chlore et d'ammoniaque.

De même qu'à l'extérieur du cône du Sugar Loaf, les fumerolles, lorsque le temps est beau et sec, ne sont presque pas apparentes, la vapeur d'eau se dissolvant instantanément dans l'air très sec du sommet[1].

En hiver, les conditions atmosphériques étant plus froides et plus humides, et la montagne, couverte de neige, fournissant à l'évaporation des masses beaucoup plus considérables d'eau, le cratère est alors rempli de vapeurs.

En août 1907, lors de notre séjour, les fumerolles se partageaient en deux classes : celles qui étaient presque saturées de vapeur d'eau et celles qui n'étaient pas du tout saturées. Pour les premières, la saturation était à peine atteinte — en opérant avec soin, l'on remarquait que le véritable point de saturation était un peu en dessous de celui indiqué par la température du mélange gazeux qui s'échappait.

Il n'était pas rare, dans la même fumerolle soufflante, de constater de fortes variations d'humidité à

[1] En effet, en août, le point de condensation mesuré à l'hygromètre oscillait entre — 1° et $\mp$ 0°, la pression barométrique moyenne H = 497-498 et la température de l'air + 15, l'atmosphère est donc extra-sèche.

des moments très rapprochés l'un de l'autre, et tandis que la température et la composition du gaz privé de son eau ne présentaient que des variations très petites d'une fumerolle à l'autre dans l'ensemble du cratère, la teneur en vapeur d'eau au contraire, subissait de forts écarts d'un point à l'autre : écarts montrant ainsi que la production d'eau était influencée par des conditions locales et superficielles du cône et du cratère, alors que les gaz essentiellement volcaniques étaient soustraits à cette influence.

Examinons la composition des gaz privés de leur eau (gaz desséchés).

Fumerolle nord dite du campement T = 83°				
CO_2	67.03	70.8	63.9	63.9
O	—	5.1	4.8	4.2
Gaz inabsorbables	—	24	31.3	31.9

Fumerolle sud T = 83°			
CO_2	67.6	70.1	71.1
O	3.6	4.1	2
Gaz inabsorbables	28.8	25.8	26.9

Voyons maintenant la teneur en eau.

Fumerolle du campement :

Lors de la première expérience, le temps étant très beau depuis quelques jours, le titre en eau fut de 39,3 °/₀ (c'est-à-dire que le mélange gazeux contenait 39,3 d'eau et 60,7 des gaz ci-dessus).

Pendant la nuit, il y eut une pluie qui dura peu, le titre monta le lendemain matin à 57 °/₀.

Enfin, le 22 août, il y eut le soir un orage qui fournit, tant en pluie qu'en grésil, à peu près 4 millimètr. d'eau ; le titre monta alors le lendemain à 59,3 °/₀.

Fumerolle sud :

Avant l'orage, le gaz n'était pas saturé ; la température étant 83°, le point de condensation était 81°.

Le matin, après l'orage, les gaz sont saturés et le titre en eau passe à 76 % avec des bouffées de brouillard charrié.

L'après-midi du même jour, l'on trouve

75.1 71.8 71.7 73.5 69.5 % d'eau.

Il y a donc retour à l'état normal moyen avec des oscillations.

Fumerolles centrales nord, sous le sommet :

Ces fumerolles se trouvant dans une région fort mal commode de pentes raides, désagrégées, chaudes et molles, n'ont pas pu être étudiées à fond : j'ai seulement constaté que leur température était constante 83° et que leur point de saturation était à 81° à 81°,5, donc elles étaient dans les mêmes conditions que les fumerolles sud, c'est-à-dire pas tout à fait saturées.

L'ensemble des fumerolles donne un gaz à réaction faiblement acide (CO_2) n'ayant aucune odeur appréciable. Les réactions n'ont pas pu déceler SO_2 ni H_2S (excès de l'un ou de l'autre). Le soufre semblait transporté à l'état de poussière moléculaire. L'eau de condensation était rendue opalescente par ce soufre en suspension. Le tuyau de plomb plongeant profondément dans la fumerolle était toujours sulfuré à la surface, ainsi que tube métallique de l'hygromètre.

Le célèbre géologue français Cordier, il y a déjà un siècle, avait constaté la quasi absence du H_2S[1].

[1] Cordier. Journal de physique. Messidor an XI. Paris 1803, t. 57, p. 55-65.

Température des fumerolles. J'ai observé, en août 1907, 83°. Cette température n'a pas varié pendant notre séjour et était la même pour l'ensemble des fumerolles du cratère.

Georges Glas[1], narrateur très consciencieux, dit que lors de son ascension en septembre 1761, la température était suffisante pour carboniser le bois. Il faut noter qu'en 1705, il y eut une éruption à Guïmar et en 1798 une autre au Chahorra : la région était donc dans une phase assez chaude.

Je cite ici quelques températures observées au cratère par d'autres explorateurs[2] :

Labillardière, en 1791	67° R.
Humboldt, en 1799	75 (C ou R.?)
Cordier, en 1803	80 R. environ.
Dumont d'Urville en 1826	70° (milieu du Sugar Loaf).
R. Wilde, en 1839	90° (??)
Deville, en 1842	84° C.
Piazzi Smyth, en 1857	67° C.
Fritsch, en 1862	74° à 86° C.
D. Verneau, en 1881	55° à 56° (??)
Hans Meyer, en 1895	85°2/10 C.

[1] Georges Glas. History of the Canary Islands. London 1764, p. 256.

[2] Cen Labillardière. Relation du voyage à la recherche de *La Pérouse*. an VII de la République.

K. v. Fritsch et W. Reiss. Geol. Besch. der Insel Tenerife. Winterthur 1868.

Hans Meyer. Die Insel Tenerife. Leipzig 1896.

Piazzi Smyth. Tenerife. An astronomer's experiment. London 1858.

Verneau. 5 ans de séjour aux Canaries. Paris 1891.

W. Marcet. Southern and Swiss Healths resorts. London 1883.

Léopold de Buch. Description physique des Canaries. Paris 1836. Traduction de Boulanger. Ne donne aucune température.

Discussion critique

Pendant la durée de notre séjour, l'élément le plus constant des fumerolles fut leur température 83°. Cet élément puise sa source dans une masse telle, qu'il est peu influencé par les variations atmosphériques.

Ensuite la composition du gaz lui-même privé de l'eau semble assez stable. Cependant le vent violent qui règne à cette altitude exerce une pression sur la montagne et s'infiltre de force dans les fissures et vient par conséquent altérer la régularité de composition des gaz volcaniques.

La teneur en CO_2 est assez fixe autour de 70 %, aussi bien dans les fumerolles nord que dans les fumerolles sud.

L'élément variable ici est la vapeur d'eau dont la teneur se change non seulement avec la position de la fumerolle dans le cratère, mais encore se trouve sous la dépendance immédiate des précipitations atmosphériques tombant sur le cône.

On ne peut s'empêcher d'insister sur la pauvreté en eau de cette solfatare qui ne possède pas assez de ce corps pour pouvoir saturer constamment les gaz qu'elle émet !

De Lamanon dans Voyage de La Pérouse 1785-1788. Paris 1798.

Dumont d'Urville. Voyage de l'Astrolabe 1826-1829. Paris 1830.

Berthelot en 1825, Ste-Claire-Deville en 1842, Lyell en 1854, ont aussi visité ce cratère. Le nombre des visiteurs s'en accroît du reste d'année en année, Ténériffe étant un relai sur une grande route mondiale de navigation.

Une bibliographie plus complète à ce sujet est en préparation par M. Montagnier.

Ces différents points sont importants à considérer, et s'ils ne peuvent pas absolument trancher la question de l'absence ou de la présence de l'eau sensée émise par la cheminée (eau d'origine centrale), ils suffisent pour mettre en évidence le rôle positif des pluies et donnent une probabilité excessivement grande pour que l'eau des fumerolles ne soit qu'une eau tellurique ou atmosphérique reévaporée.

Mais les résultats au Timanfaya sont encore plus positifs.

Volcan de Timanfaya (Montaña del Fuego-Lanzarote).

Lorsqu'après la traversée de l'immense champ de lave de 1730-1736 qui sépare le village de Yaiza des cônes du Timanfaya, nous arrivâmes sur la montagne, nous fûmes frappés de l'apparence d'absolue sécheresse des cinq cratères chauds de ce volcan. Les rapillis sont brûlants, le cône tout entier est chaud, aussi bien les pentes extérieures que les cratères eux-mêmes et cette chaleur, jointe à du celle du soleil du 29° L. N., était vraiment pénible à supporter.

Le Timanfaya n'a pas un cratère unique, mais il est formé par une réunion de 7 à 8 cratères (dont 3 principaux) conjugués, dont les arêtes séparatives sont communes. Karl Sapper, en 1905, un des rares explorateurs de cette région, en a dressé une bonne carte[1]. La masse est formée de petits rapillis de magma neuf datant de l'éruption de 1730-1736 ; depuis cette époque, le cratère n'a pas cessé d'être chaud.

[1] Karl Sapper. Beiträge zur Kenntnis von Palma und Lanzarote. Petermann's Mitteilungen. B. 52, H. VII, 1906, Juli. Donne l'altitude de 525 m.

Dans la région où la température est la plus élevée, au Lomo de Azufre, les rapillis de la surface sont agglomérés en croûte sous une épaisseur de 10 centimètres environ, ils sont rubéfiés. En dessous, cette croûte est recouverte d'une mince couche de protochlorure ferreux verdâtre : la température en ce point est de 140°. En s'approfondissant, l'on rencontre des rapillis noirs recouverts d'une croûte blanche saline dont je parlerai plus loin. La température à la profondeur de 60 centimètres à peu près, atteint déjà le point d'ébullition du mercure (360°).

Il n'y a aucune apparence d'émanation gazeuse ni de vapeurs quelconques. Il n'y a pas de canal ou tubes fumerolliens comme l'on est accoutumé à en rencontrer ailleurs. L'ensemble de la masse de la montagne est chaud et exhale de partout ses gaz.

Cependant, en deux points, il y a une sorte de tubes fumerolliens dénoncés par une accumulation plus grande de sels blancs, mais de là encore, il ne s'échappe rien d'apparent.

Pour puiser les gaz, nous enfonçâmes aussi profondément que possible des tubes dans l'épaisseur des rapillis et procédâmes aux mesures. Celles-ci furent faites deux jours de suite, le matin et l'après-midi avec contrôle. Le procédé employé fut celui de la figure 2, c'est-à-dire par condensation ; les résultats furent chaque fois absolument positifs.

Le Timanfaya n'émet pas d'eau.

Le gaz retiré des rapillis était de l'air atmosphérique contenant une trace de $CO_2 + Az\,H_3$; l'action faiblement appréciable sur le tournesol était plutôt alcaline.

La condensation de la vapeur d'eau se faisait, pour cet air retiré du volcan, à la température de 16° C., tandis que la condensation pour l'air atmosphérique extérieur se faisait à 16°,5. Nous avons chaque fois obtenu un peu plus de vapeur d'eau dans l'atmosphère que dans le gaz retiré du volcan ; cette différence, très petite, peut tenir à la méthode et au fait que la difficulté était très grande d'obtenir une condensation sous l'influence du rayonnement calorifique du terrain et de la température de l'air qui était de 32° à l'ombre d'une toile tendue [1].

Le résultat est donc positif.

Les régions chaudes du Timanfaya n'émettent pas d'eau (septembre 1907).

Le but du voyage était donc atteint. Dans une région terrestre où il ne pleut pas et où il n'y a pas d'eaux telluriques, il n'existe pas non plus de fumerolle aqueuse.

Le volcan est incapable par lui-même de fournir de l'eau.

Examinons les sels blancs formant des croûtes, recouvrant les rapillis noirs.

Ces sels, pour la portion soluble dans l'eau froide, sont formés par du carbonate d'ammoniaque, du carbonate de soude, du sulfate de soude avec chaux, du chlorure de magnésium.

Leur alcalinité est équivalente à 1 $^1/_2$ $^0/_0$ de carbonate de soude anhydre.

La portion insoluble est surtout formée par du carbonate de magnésie.

Il est facile de concevoir leur formation : au début,

[1] Des thermomètres oubliés dans un sac montèrent à 68° C.

ces sels ont la composition ordinaire des chlorures et sulfates acides. Mais mes expériences montrent que le basalte du Timanfaya est pauvre en chlore ; et que les dernières portions gazeuses qu'il émet, une fois le chlore épuisé, sont CO_2 et $Az\ H_3$. Ces gaz secs agissent lentement sur les sels et les carbonatent peu à peu : c'est ainsi que se forment le carbonate de soude et le carbonate de magnésie que nous constatons[1].

Il y a ici une nouvelle confirmation de ce que je disais dans une précédente publication, savoir que le volcan n'est pas capable d'émettre assez d'eau pour pouvoir décomposer son chlorure de magnésium (ou le mélange sulfate magnésien et chlorure de sodium)[2].

Remarquons encore que ces croûtes sont peu épaisses, que la température est encore de 360° et que la dernière éruption a eu lieu en 1730-1736.

Discussion critique

Nous sommes ici en face d'un fait précis : un volcan encore chaud n'émet pas d'eau par la raison très simple qu'il se trouve dans une région géographique où les pluies et les eaux telluriques sont absentes.

Il ne me semble pas que ce résultat puisse prêter à la critique. La température de 360°, si près de la surface, indique bien un état de chaleur permanente et l'existence de lave voisine. Nous sommes bien dans les conditions d'une cheminée éruptive.

[1] Comparez Fouqué. Etna : C. R., t. LX, LXI et LXII. Eruption de 1865.

[2] A. Brun. *Archives*, novembre 1906. Le chlorure de sodium chauffé avec le carbonate d'ammoniaque se transforme lentement en carbonate de soude.

Si les gaz retirés sont surtout de l'air atmosphérique, il faut noter cependant que chaque fois leur titre aqueux était plutôt un peu plus faible que celui de l'air ambiant ; donc nous avons à faire ici à *un volcan anhydre* qui n'est pas même capable d'augmenter un peu le titre en vapeur d'eau de l'atmosphère qui pénètre dans ses lapillis jusqu'à une certaine profondeur.

CHAPITRE IV

NOTICES MORPHOLOGIQUES ET REMARQUES DIVERSES

Pic de Teyde. — Stries.

Sur le versant ouest du Pic de Teyde et à la Rambleta à l'est, l'on observe que les coulées de lave ont creusé un lit profond de 3 à 5 mètres avec profil en U, ceci dans la roche ancienne en place. La moraine de la coulée est abandonnée sur le sommet des parois latérales du lit, et la coulée en s'avançant n'a laissé derrière elle que de la scorie meuble garnissant le fond de l'U. La masse principale de la lave émise s'est donc accumulée à la base du cône, où la pente est moins forte.

Les parois de ce cañon sont très nettement striées parallèlement au sens du mouvement.

Les stries sont souvent très fortes. Il y a là une analogie frappante avec ce que l'on observe dans le lit fraîchement abandonné par un glacier, sauf les dimensions du lit.

Le fait de l'abandon, en amont, d'une partie des scories de surface et de fond, et l'accumulation à la base de la pente, de la masse lavique, est un fait positif au Teyde. Je le rapproche de ce que j'ai pu remarquer

à la coulée de 1906 au Vésuve. Pour cette dernière, les pentes moins raides rendent le phénomène moins appréciable, mais cependant encore assez net si l'on veut bien y prêter attention.

Grand cirque des Cañadas.

Au centre des Cañadas se dressent des rocs qui ont l'apparence des pics qui s'élèvent dans le milieu de quelques cirques cratériformes lunaires.

Piazzi Smyth les avait nommés Lunar Rocks. Il nous a paru que ces rocs n'étaient que les restes du démantèlement de l'arête commune à deux cratères. Les observations au Timanfaya et au Tao nous montrent en effet qu'une suite de cratères peuvent être tellement contigus que leur arête devient commune. Il semble aussi que l'immense cirque qui entoure le Pico de Teyde, allant de l'Izaña aux Azulejos n'est que le reste de l'enveloppe commune à une suite de cratères (5 ou 6), jumellés et juxtaposés le long d'un grand arc. La région ouest ayant disparu soit par érosion, soit surtout par la nouvelle formation du Pico de Teyde et du Chahorra (Pico Viejo).

Gaz des laves

Les laves des volcans des Canaries, tout comme celles dont j'ai déjà publié précédemment la nomenclature, n'échappent pas à la loi générale qui est de fournir à la distillation (rouge) du ($Az\ H_4\ Cl$) et $Az\ H_3$.

Les laves nouvellement analysées sont celles provenant des points suivants :

Ile de Ténérife.

Volcan de Guïmar, éruption de 1715.
Chahorra, éruption de 1798.
Chahorra, date inconnue.
Pico de Teyde, date inconnue (alta Vista et versant ouest).
Obsidienne de Montaña Blanca. Laves rejetées sur le sommet, très riches en hydrocarbures.
Obsidienne de Montaña Blanca, versant est, coulée in situ, idem.
Obsidienne du Guajara, coulée in situ, près du sommet, intercalée dans des trachytes.
Obsidienne du Pico de Teyde, Rambleta.
Basalte de Garachico, coulée de 1706.

Ile de Lanzarote

Le Timanfaya, coulées de 1730-1736 :
a près de Yaiza.
b. près de Castillo San José.
c. près de Mosaga.
d. sur le cône même.
e. du lac de lave entre la caldeira de Fuencaliente et Lomo de Azufre.
Le Tau (Tao-), coulée de 1824.
La Corona, près Haria, coulée de date inconnue et rapillis anciens.

Les laves canariennes sont en général pauvres en chlore et riches en ammoniaque. Nous avons la même chose pour le volcan du Pacifique de Samoa, éruption de l'île de Sawaï en 1905-1906-1907 [1], tandis que le Krakatoa, volcan aussi insulaire, est au contraire plus riche en chlore et en hydrocarbures qu'en azote, du

[1] Echantillons nombreux et excellents envoyés par notre compatriote M. Helg, établi à Upolu.

moins pour l'échantillon à ma disposition. Cet échantillon très cristallin donnait directement à la chauffe un joli sublimé de Az H_4 Cl acide.

J'ajouterai encore que les obsidiennes suivantes se comportent comme celles de Lipari, pour la teneur en gaz.

Obsibienne du Cabo de Gata (Espagne).
Obsidienne de Chemnitz (Hongrie).
Obsidienne de l'Islande, (localité exacte inconnue).
Obsidienne du Yellowstone Park, etc.
(Soit 22 coulées nouvelles expérimentées.)

Volume des gaz. Volume des coulées

D'énormes coulées peuvent avoir lieu sans que le cône d'éjections soit bien appréciable et adéquate à la masse de lave émise. Le volcan de Guïmar (Ténérife) a fait éruption en 1715. Le volume de la coulée est très grand et cependant nous avons été frappés par l'insignifiance de son cône d'éjections.

Le Timanfaya a couvert plus de 200 kilomètres carrés de lave, sans compter ce qui est englouti par la mer, les cônes d'éjections uniquement formés de rapillis de magma neuf sont relativement très petits.

Le Pico de Teyde lui-même est formé de laves compactes en coulées accumulées et le volume des ponces est négligeable, comparé à celui des laves des Cañadas et du Pic lui-même.

Le Chahorra a fourni en 1798 une coulée qui réduit à l'insignifiance tout ce que le Vésuve a donné, cependant les projections sont peu appréciables et ne sont pas à comparer avec les projections du Vésuve en 1906.

Une série d'analyses m'a montré un fait positif : c'est que les laves de 1798 au Chahorra, de 1715 au Guïmar, de 1730-1736 au Timanfaya soint moins riches en gaz que les laves du Vésuve 1904 et 1906 ; que les obsidiennes de la Montaña Blanca, du Pico de Teyde, du Guajara, sont moins riches en gaz que celles de Lipari et de Vulcano.

La quantité des ponces rejetées semble aussi être dans le même rapport.

Il y aurait donc là un point qui mériterait d'être étudié de près sur l'ensemble des volcans du globe. Il ne semble pas que le volume de la coulée dépende uniquement de la masse des gaz émis[1].

Ceci pourrait aussi bien tenir à une moindre richesse qu'à la facilité plus grande que présenterait le magma à laisser échapper ses gaz (cependant les obsidiennes acides présentent à peu près toutes la même résistance à l'émission gazeuse lorsque la réaction des générateurs se produit). Si le volume des projections dépend de la richesse du magma en générateurs, le volume de la coulée semble obéir encore à d'autres facteurs qui sont à découvrir (comparer Islande, Canaries, Krakatoa).

[1] L'obsidienne en coulée a été longtemps pour moi une énigme, jusqu'au moment où j'ai pu expérimentalement la déformer à une température de 790°, un peu supérieure à son point de cristallisation qui est 510° et inférieure à son point d'explosion = 902°. Une coulée intercalée dans les trachytes comme au Guajara ou en épousant la forme d'un dos de montagne comme à la Montaña Blanca, demande donc pour sa mise en place des conditions de température très étroites et très limitées dans le temps, car, à 510°, 15 jours suffisent pour faire cristalliser l'obsidienne = l'explosion est instantanée à 902° et la déformation à 790° très lente.

Volcan du Chahorra (Ténérife).

(Réduction de lapillis rubéfiés.)

Sur les pentes sud-ouest du Chahorra a eu lieu un effondrement, ce qui fournit une assez jolie caldeira à parois à pic, donnant très visiblement une coupe verticale des différentes coulées successives. En dessous de la coulée susjacente se trouve un lit de scories anciennes qui étaient déjà rubéfiées lorsqu'elles furent recouvertes. Les émanations réductrices de la coulée ont agi sur la partie externe de ces scories et les ont noircies, en sorte que leur centre est encore suroxydé, tandis que la périphérie est réduite. C'est exactement le contraire de ce qui s'observe lorsqu'un rapilli fraîchement lancé par le cratère se suroxyde lentement à l'air.

Cette observation donne une jolie démonstration de l'action réductrice des émanations de la lave.

Si la coulée de lave susjacente avait émis de la vapeur d'eau, jamais ces scories anciennes déjà rubéfiées et suroxydées n'eussent pu être réduites à nouveau ! [1].

Voici donc le contingent de nouvelles observations que nous apportons cette année pour lutter contre la théorie aqueuse.

Encouragés par ces résultats, nous croyons pouvoir, sans trop de présomption, nous associer à ce qu'écrivait G. Poulett Scrope en 1825 à la fin de ses Considerations on Volcanos :

« I conceive indeed, that no more effectual service

[1] Comparez rubéfaction de la cendre dans : Quelques recherches. *Archives Sc. phys. et nat.*, t. XXII, p. 446.

« can be rendered to science than the destruction of « any one of those glaring theories, which, apparently « based upon a few specious facts, and backed by the « authority of some great name, are received by the « world in general without examination, notwithstand-« ing that they contradict the ordinary march of nature, « and consequently throw the extremest perplexity into « that of science. »

Mais nous ne sommes pas les seuls à lutter contre la théorie aqueuse ; l'un de nous, dans ses recherches bibliographiques, a constaté que, déjà en 1866, William T. Brigham A. M.[1], dans son étude sur les phénomènes volcaniques des îles d'Hawaï, disait à propos de la vapeur d'eau sensée émise par la lave :

« To do the work steam must pass from a high ten-« sion to a lower one, and must finally escape into the « air. In its high tension it may be condensed to water « by extreme pressure, but on reaching the atmosphere « it must lose all this tension and become ordinary « steam at the pressure of sixteen pounds to the square « inch, or unite chemically with the lava. Analyses « show us that the last is not the case, and no more « steam is evolved from the Hawaiian volcano than « must result from the rainfall on the heated surface of « exposed lava. »

Conclusions générales

1. Au Pico de Teyde, la teneur en vapeur d'eau de la

[1] *Memoirs Bost. Soc. Nat. Hist.*, vol. I, pt 3. Notes on the Volcanic Phenomena of the Hawaiian Islands. Read June 20 th. 1866.

solfatare dépend de l'abondance plus ou moins grande des précipitations atmosphériques.

2. Un volcan (Timanfaya) est incapable par lui-même d'émettre de l'eau ; il est anhydre en chacun de ses points, s'il se trouve dans une région climatérique telle, que les pluies et les eaux errantes y sont nulles.

2 (*corollaire*). La zone des fumerolles humides n'indique que le lieu des points qui limite l'empiètement des eaux telluriques et pluviales sur le foyer chaud.

3. La lave en coulant sur une pente rapide peut former sur les parois de son lit une striation analogue à la striation glaciaire (Pico de Teyde).

Genève, décembre 1907.

SUR LA
THÉORIE DES ÉLECTRONS

A PROPOS

DES RECHERCHES DE M. DE LA RIVE

PAR

D. MIRIMANOFF

Introduction

Le problème fondamental de la théorie des électrons consiste à trouver deux vecteurs $\mathfrak{e}$ et $\mathfrak{h}$, forces électrique et magnétique, vérifiant les équations de Maxwell-Lorenz

$$\text{curl}\ \mathfrak{h} = 4\pi\rho\mathfrak{u} + \frac{1}{v^2}\frac{d\mathfrak{e}}{dt} \tag{1}$$

$$\text{curl}\ \mathfrak{e} + \frac{d\mathfrak{h}}{dt} = 0 \tag{2}$$

$$\text{div}\ \mathfrak{e} = 4\pi v^2 \rho \tag{3}$$

$$\text{div}\ \mathfrak{h} = 0 \tag{4}$$

le vecteur $\mathfrak{u}$ étant la vitesse de l'électricité, la constante v la vitesse de la lumière, ρ la densité électrique (j'adopte, comme M. de la Rive, le système d'unités électro-magnétiques).

Pour résoudre ce problème, il suffit, comme on sait,

de trouver deux fonctions auxiliaires φ et $\mathfrak{a}$, qu'on appelle potentiels retardés et qui jouent, dans la théorie des électrons, un rôle analogue à celui du potentiel newtonien dans la théorie de l'attraction. Les vecteurs $\mathfrak{e}$ et $\mathfrak{h}$ dérivent des potentiels φ et $\mathfrak{a}$ au moyen des formules

$$(5) \qquad \mathfrak{e} = -\nabla\varphi - \frac{d\mathfrak{a}}{dt}$$

$$(6) \qquad \mathfrak{h} = \text{curl } \mathfrak{a}$$

De même que le potentiel newtonien, les deux potentiels retardés s'expriment au moyen d'intégrales de la forme $\int \frac{fd\tau}{r}$. Mais il y a une différence, et elle est capitale : ces intégrales sont étendues non pas au volume réel T occupé par les charges électriques au moment t, mais à un volume fictif T_e, que M. de la Rive appelle champ d'efficacité et dont la forme dépend du mouvement des charges et de la position du point courant P. Là se trouve la source principale des difficultés que l'on rencontre dans l'étude de la théorie des électrons. Dès le début, on est conduit à un résultat qui peut sembler paradoxal.

Considérons un volume électrisé T de densité électrique ρ. Le potentiel scalaire φ est donné par l'intégrale

$$\varphi = c^2 \int \frac{\rho d\tau}{r}$$

étendue à tous les éléments du volume efficace T_e. Supposons que le volume T se rétrécisse de plus en plus. Si la charge totale tend vers une limite finie q, ce qui exige que ρ augmente indéfiniment, on aura à la limite le cas idéal d'une charge finie concentrée en un point E ou une « Punktladung ». Ce n'est évidemment

qu'une abstraction mathématique, mais un électron est si petit qu'il est permis, dans certains problèmes, de le considérer comme une « Punktladung ».

Quelle est maintenant la limite vers laquelle tend le potentiel φ? Guidé par l'analogie, on serait tenté de penser que pour une « Punktladung » le potentiel φ est égal à $\frac{v^2 q}{r_e}$, r_e étant la distance du point courant à la position efficace du point E, c'est-à-dire à la position que E a occupée à l'instant $t_e = t - \frac{r}{v}$. Cela serait exact si le rapport des volumes T_e et T tendait vers 1 ; mais il tend vers $\frac{1}{k}$, k étant le facteur de Doppler $1 - \frac{u}{v} \cos (ur_e)$ et l'on a, dans le cas d'une « Punktladung »

$$(7) \qquad \varphi = \frac{qv^2}{kr_e} ; \mathfrak{a} = \frac{q\mathfrak{u}}{kr_e}$$

C'est donc la fonction $\frac{1}{kr_e}$ qui joue, dans la théorie des électrons, le rôle de la fonction $\frac{1}{r}$ dans la théorie de l'attraction newtonienne. On connaît plusieurs démonstrations des formules (7). Toutes ne sont pas également satisfaisantes. On pourrait citer celle qui est exposée dans le livre de M. Bucherer[1] (p. 82) et qui est certainement l'une des plus connues ; je signalerai encore la démonstration de M. M. Abraham *(Theorie der Elektrizität,* t. II, p. 84) ; mais l'une des plus belles

[1] Cette démonstration a été analysée récemment par M. de la Rive dans les n^os du 15 août 1906, p. 114 et du 15 mai 1907, p. 434.

est celle que M. Lorenz a brièvement indiquée dans son article de l'*Encyclopédie* (t. V 2, p. 186). La question a été reprise récemment, d'une part, par M. de la Rive dans une note publiée dans les *Archives* (15 septembre 1906) et, d'autre part, par M. Schidlof (*Physikalisehe Zeitschrift*, 8 Jahrgang, n° 13, p, 431).

Des formules (7) jointes aux équations (5) et (6) il n'est pas difficile de déduire la solution du problème fondamental dans le cas d'une charge concentrée en un point. Cette solution a été donnée, pour la première fois, par M. M. Abraham (*Cf. loco cit.*, p. 92).

Lorsque la charge est animée d'un mouvement uniforme, le problème peut être résolu d'une manière plus directe, en observant que le champ est stationnaire par rapport à un système d'axes mobiles entraînés dans le mouvement uniforme de la charge. Les valeurs des vecteurs principaux fournies par cette méthode particulière sont identiques à celles qu'on déduit des formules (7).

En réalité, le volume d'un électron, bien que très petit, n'est pas égal à 0. Appliquées à un électron, les formules (7) ne donnent que des résultats approchés, mais l'erreur diminue et tend vers 0, lorsque la distance r augmente indéfiniment.

Dans un travail récent (*Archives*, 15 mai 1907), M. de la Rive a cherché à tenir compte du mouvement de la charge électrique en évaluant la force par l'impulsion. Les expressions qu'il a obtenues pour les vecteurs principaux diffèrent sensiblement de celles qu'on déduit des formules (7). Il n'y a coïncidence que dans le cas où la vitesse est dirigée vers le point courant P.

J'ai pensé qu'il n'était pas sans intérêt d'examiner

de plus près les expressions données par M. de la Rive. Une question se pose : que deviennent les équations fondamentales de Lorenz lorsqu'on substitue à $\mathfrak{e}$ et $\mathfrak{h}$ les vecteurs de M. de la Rive? Avant de répondre à cette question, je crois utile de reprendre les formules (7) que j'essayerai d'établir en simplifiant et en modifiant légèrement le raisonnement dont Lorenz s'est servi dans son article sur les électrons *(Encyclopédie*, V 2, p. 186). Je me bornerai, pour plus de clarté, au cas du mouvement uniforme, mais il serait facile de montrer que les formules restent vraies dans le cas général.

N° 1. — *Formules de Liénard-Wiechert.*

Pour établir les formules (7), il suffit de faire un changement de variables et de substituer au domaine T_e le domaine T. Je supposerai la densité ρ constante.

Désignons par x, y, z les coordonnées du point courant P et soit t le moment où l'on évalue le potentiel (ou le temps actuel). Désignons par x_0 y_0 z_0 les coordonnées d'un point quelconque M du volume électrisé T à l'instant O et soit t_e le moment efficace. Soit encore u la vitesse que nous supposerons parallèle à l'axe des x. Au moment t_e le point M vient en M_e, ses coordonnées deviennent x_e, y_e, z_e. A chaque point M du volume T correspond un point M_e et au volume réel T le volume efficace T_e.

Or, le potentiel scalaire est donné, abstraction faite du facteur constant v^2, par l'intégrale

$$\int_{T_e} \frac{\rho d\tau_e}{r_e}$$

étendue à tous les éléments du volume T_e. Substituons maintenant aux variables x_e, y_e, z_e les variables x_0, y_0, z_0. Notre intégrale devient

$$\int_T D \frac{\rho d\tau}{r_e};$$

D étant le jacobien des variables x_e, y_e, z_e par rapport aux variables x_0, y_0, z_0 ;

$$D = \begin{vmatrix} \frac{dx_e}{dx_o} & \frac{dx_e}{dy_o} & \frac{dx_e}{dz_o} \\ \frac{dy_e}{dx_o} & \frac{dy_e}{dy_o} & \frac{dy_e}{dz_o} \\ \frac{dz_e}{dx_o} & \frac{dz_e}{dy_o} & \frac{dz_e}{dz_o} \end{vmatrix}$$

Or, on a

$$x_e = x_o + ut_e;\ y_e = y_o;\ z_e = z_o,$$

et le déterminant D se réduit à

$$1 + u\frac{dt_e}{dx_o}$$

D'autre part, on a

$$r_e = v(t - t_e)$$

ou

$$\Sigma (x - x_e)^2 = v^2 (t - t_e)^2;$$

ce qui donne, en différentiant par rapport à x_0, en remplaçant $\frac{dx_e}{dx_0}$ par sa valeur $1 + u\frac{dt_e}{dx_0}$ et en observant que $k = 1 - \frac{u}{v}\frac{x - x_e}{r_e}$,

$$\frac{dt_e}{dx_o} = \frac{x - x_e}{vkr_e}$$

et, par conséquent,

$$D = \frac{1}{k},$$

d'où

$$(8) \qquad \varphi = v^2 \int_T \frac{\rho d\tau}{kr_e}.$$

Cette formule est vraie quel que soit le mouvement du volume T. Pour évaluer le potentiel scalaire, il suffit donc de diviser le volume T en éléments infiniment petits $d\tau$ (et cela d'une manière quelconque) et calculer la somme des produits des charges $\rho d\tau$ par $\frac{1}{kr_e}$, le rayon r_e étant la distance du point courant non à $d\tau$, mais à l'élément transformé, c'est-à-dire à la position que $d\tau$ occupe à l'instant t_e. Il en est de même du facteur k : c'est le facteur de Doppler relatif à la position efficace. On peut, du reste, exprimer les deux facteurs r_e et k en fonction des variables x_0, y_0, z_0.

Supposons maintenant que le volume T se rétrécisse de plus en plus pour s'évanouir en un point M. Si la charge totale tend vers une limite finie q, le potentiel scalaire tendra vers $\frac{qv^2}{kr_e}$. On pourrait l'établir rigoureusement en observant que la valeur de $\frac{1}{kr_e}$ en un point quelconque de T ne diffère de sa valeur en M que par une quantité ε tendant vers 0 en même temps que T. Mais je crois inutile d'insister sur les détails de la démonstration.

Le potentiel vecteur $\mathfrak{a}$ s'obtient par un calcul analogue.

N° 2. — *Cas d'une surface en mouvement.*

Au lieu d'un volume électrisé T, on pourrait considérer une surface électrisée S et supposer que cette surface se rétrécisse de plus en plus pour s'évanouir en un point M. Mais il se présente alors une particularité que je voudrais signaler. Soient ρ la densité superficielle, S_e la surface efficace. Le potentiel scalaire φ dû à S n'est pas donné par l'intégrale $v^2 \int_{S_e} \frac{\rho d\sigma_e}{r_e}$. Mais substituons au domaine efficace le domaine réel. Il est facile de montrer, en considérant la surface comme la limite d'une couche, qu'on a

$$(9) \qquad \varphi = v^2 \int_S \frac{\rho d\sigma}{k r_e};$$

l'intégrale étant étendue à tous les éléments de la surface S. Et l'on voit que l'on retrouve la formule (8), avec cette différence qu'au lieu d'une intégrale de volume on a une intégrale de surface. C'est donc l'intégrale (8) et non celle de Poincaré-Lorenz qui joue, dans la théorie des électrons, le rôle de l'intégrale fondamentale.

On peut déduire de la formule (9) l'expression connue du potentiel φ dans le cas d'une surface sphérique de densité constante ρ animée d'un mouvement de translation uniforme parallèle à l'axe des x. En désignant par a le rayon de la sphère et par q sa charge, on trouve

$$\varphi = \frac{qv^3}{2au} \log \frac{R_2 + \sqrt{R_2^2 - h^2}}{R_1 + \sqrt{R_1^2 - h^2}}.$$

R_1 et R_2 étant les distances du point courant P au centre de la sphère relatives aux deux positions extrêmes et h la distance de P à la trajectoire du centre.

Si, maintenant, on fait tendre le rayon a vers 0, les distances R_1 et R_2 tendent vers r_e, le *log.* tend vers 0, mais φ tend vers une ligne finie qui est $\frac{qv^2}{kr_e}$, et l'on retombe sur la formule (7).

N° 3. — *Calcul des dérivées et formules auxiliaires.*

Les formules (7) sont vraies quel que soit le mouvement de la charge q. Il n'est pas difficile d'en déduire, à l'aide des relations (5) et (6), les vecteurs principaux $\mathfrak{e}$ et $\mathfrak{h}$. On pourrait de même calculer l'énergie électromagnétique et le vecteur de Poynting (*M. Abraham, loc. cit.*, t. II, § 13).

Pour résoudre tous ces problèmes, il suffit de calculer les dérivées partielles de kr_e par rapport à t, x, y, z, et comme k est une fonction des coordonnées efficaces et de r_e, il suffira de calculer les dérivées partielles des coordonnées efficaces, du temps efficace t_e et du rayon efficace r_e. Le nombre de toutes ces dérivées partielles est égal à 20 (cinq par rapport à chacune des variables indépendantes). Mais les dérivées par rapport à une même variable s'obtiennent simultanément. Je suppose, par exemple, que cette variable soit le temps t.

On a d'abord, par définition,

$$\frac{dx_e}{dt_e} = \mathfrak{u}_x;\ \frac{dy_e}{dt_e} = \mathfrak{u}_y;\ \frac{dz_e}{dt_e} = \mathfrak{u}_z.$$

On en tire, en appliquant la règle de la différentiation des fonctions de fonctions,

$$(10) \qquad \frac{dx_e}{dt} = u_x \frac{dt_e}{dt}; \quad \frac{dy_e}{dt} = u_y \frac{dt_e}{dt}; \quad \frac{dz_e}{dt} = u_z \frac{dt_e}{dt}$$

Nous avons ensuite la relation

$$r = v\,(t - t_e),$$

r étant le rayon efficace; pour simplifier, nous le désignerons désormais par r. On en tire

$$(11) \qquad \frac{dr}{dt} = v\left(1 - \frac{dt_e}{dt}\right),$$

et l'on voit que les dérivées des coordonnées efficaces et du rayon efficace s'expriment en fonction de $\frac{dt_e}{dt}$.

D'autre part, les coordonnées efficaces et le rayon sont liés par la relation

$$r^2 = (x - x_e)^2 + (y - y_e)^2 + (z - z_e)^2$$

d'où, en dérivant par rapport à t,

$$(12) \quad r\frac{dr}{dt} = -(x - x_e)\frac{dx_e}{dt} - (y - y_e)\frac{dy_e}{dt} - (z - z_e)\frac{dz_e}{dt}$$

Il suffit maintenant, pour avoir $\frac{dt_e}{dt}$, de remplacer les quatre dérivées de (12) par leurs valeurs (10) et (11). On trouve $\frac{dt_e}{dt} = \frac{1}{k}$ et, par conséquent,

$$(13) \quad \frac{dx_e}{dt} = \frac{u_x}{k}; \quad \frac{dy_e}{dt} = \frac{u_y}{k}; \quad \frac{dz_e}{dt} = \frac{u_z}{k}; \quad \frac{dr}{dt} = v - \frac{v}{k}$$

On procédera de la même manière à l'égard des dérivées partielles par rapport à x, y, z. On peut, du

reste, se dispenser de faire ces calculs, en observant que les dérivées par rapport à x, y, z sont liées aux dérivées par rapport à t par des relations linéaires. On a, en effet,

$$(14)\quad \begin{cases} \dfrac{dt_e}{dx} = -\dfrac{\cos(rx)}{v}\dfrac{dt_e}{dt}; \quad \dfrac{dr}{dx} = \cos(rx) - \dfrac{\cos(rx)}{r}\dfrac{dr}{dt}; \\ \dfrac{dx_e}{dx} = -\dfrac{\cos(rx)}{v}\dfrac{dx_e}{dt}, \text{ etc.} \end{cases}$$

Ces relations peuvent être établies directement.

En partant des formules (13) il est facile d'obtenir les dérivées partielles de kr, de φ et de $\mathfrak{a}$. On trouve, par exemple, en posant $s = 1 - \frac{u^2}{v^2}$,

$$\frac{d(kr)}{dt} = v - \frac{vs}{k} - \frac{1}{rk}(\mathfrak{r}\mathfrak{w});$$

$(\mathfrak{r}\,\mathfrak{w})$ étant le produit intérieur du rayon efficace et de l'accélération. On en déduit immédiatement les valeurs de $\mathfrak{e}$ et $\mathfrak{h}$ données par M. Abraham. Il importe de remarquer que les dérivées partielles des potentiels retardés sont liées par des relations linéaires analogues à (14). On a, en effet, la relation

$$\frac{d\varphi}{dx} = \frac{qv\mathfrak{u}_x}{k^2r^2} - \frac{qv^2\cos(rx)}{k^2r^2} - \frac{\cos(rx)}{v}\frac{d\varphi}{dt}$$

et celles qu'on en déduit en remplaçant x par y et par z. M. Schidlof a réussi à les établir directement.

En négligeant les deux premiers termes, ces relations se réduisent à celles dont Lorenz s'est servi dans le n° 18 de son *Elektronentheorie (Eneyklopädie*, t. V²). Je signalerai encore la relation

$$\triangle\frac{1}{r} = \nabla^2\frac{1}{r} = \frac{1}{kr^3}\left\{\frac{s}{k^2} - 1 + \frac{(\mathfrak{r}\mathfrak{w})}{k^2v^2}\right\};$$

qui, dans le cas du mouvement uniforme, devient

$$\Delta \frac{1}{r} = \frac{1}{kr^3}\left(\frac{s}{k^2} - 1\right)$$

La fonction $\frac{1}{r}$ ne vérifie pas non plus l'équation

$$\Delta - \frac{1}{v^2}\frac{d^2}{dt^2} = 0 \qquad \text{ou} \qquad \Box = 0$$

qui joue, dans la théorie des électrons, le rôle de l'équation de Laplace, car on a, quel que soit le mouvement de la charge,

$$\Box \frac{1}{r} = \frac{2}{r^3}\left(\frac{1}{k} - 1\right)$$

Pour que le premier membre s'annulle, il faut et il suffit que $k = 1$, d'où cos (u r) = 0, à moins qu'on n'ait $u = 0$.

Mais on a, en revanche, pour tout $r \gtrless 0$,

$$\Box \frac{1}{\mathrm{k}r} = 0,$$

puisque $\frac{qv^2}{kr}$ est le potentiel scalaire dû à la charge q. On pourrait, du reste, l'établir directement.

Voici, enfin, les relations qui nous seront particulièrement utiles dans l'étude du champ de M. de la Rive.

On a d'abord, quel que soit le mouvement de la charge,

$$(15) \quad \frac{dr}{dy}\frac{dk}{dz} - \frac{dr}{dz}\cdot\frac{dk}{dy} = \frac{1}{vkr}\left\{ \mathrm{u}_y \cos(rz) - \mathrm{u}_z \cos(ry)\right\}$$

et les deux relations qu'on en déduit en remplaçant y par z, z par x, etc.

Dans le cas du mouvement uniforme parallèle à l'axe des x, ces relations peuvent être établies à l'aide des formules de M. de la Rive (*l. cit.*, p. 456). La première des relations (15) devient

$$\frac{dr}{dy}\frac{dk}{dz} - \frac{dr}{dz}\frac{dk}{dy} = 0 \tag{16}$$

Il importe de remarquer que le premier membre de (16) est le déterminant fonctionnel ou le jacobien $\frac{d(r, k)}{d(y, z)}$ de r et k par rapport aux variables y et z. Ce déterminant étant nul, k est une fonction de r. En effet, on a

$$k = s - \frac{u}{vr}(x - x_a);$$

x_a étant l'abscisse du point chargé à l'instant t. Or, x_a ne dépend pas des coordonnées y et z.

Nous aurons encore à faire usage de la relation

$$\frac{d(r,k)}{d(x,t)} = \frac{1}{kr}\left\{\frac{u^2}{v}\cos(rx) - (1 - k)\, \mathfrak{u}_x - \frac{\cos(rx)}{v}(\mathfrak{u}\mathfrak{w})\right\} \tag{17}$$

et de celles qu'on en déduit en remplaçant x par y et z.

Dans le cas d'un mouvement uniforme parallèle à l'axe des x, ces relations deviennent

$$\frac{d(r,k)}{d(x,t)} = 0; \quad \frac{d(r,k)}{d(y,t)} = \frac{u^2\cos(ry)}{vkr}; \quad \frac{d(r,k)}{d(z,t)} = \frac{u^2\cos(rz)}{vkr} \tag{18}$$

Passons maintenant à l'étude du champ de M. de la Rive.

N° 4. — *Vecteurs de M. de la Rive.*

Au lieu de partir des potentiels retardés φ et $\mathfrak{a}$, M. de la Rive part des potentiels $\frac{qv^2}{r}$ et $\frac{q\mathfrak{u}}{r}$, ce qui re-

vient à faire abstraction du diviseur k. En les portant dans les équations (5) et (6), il obtient deux vecteurs que j'appellerai $\mathfrak{e}'$ et $\mathfrak{h}'$; M. de la Rive les divise par k. Si k était une constante, les vecteurs ainsi obtenus seraient identiques aux vecteurs $\mathfrak{e}$ et $\mathfrak{h}$ dérivant des potentiels retardés φ et $\mathfrak{a}$ et on retomberait sur le champ électrique et magnétique dû à la « Punktladung » q. Mais le diviseur k est une fonction de cos (rx) et il n'y a coïncidence que dans le cas où la vitesse de la charge est dirigée vers le point courant P.

Désignons les vecteurs de M. de la Rive par $\mathfrak{E}$ et $\mathfrak{H}$. On a, d'après ce qui précède, en faisant $q = 1$

$$\mathfrak{E} = -\frac{v^2}{k}\nabla\frac{1}{r} - \frac{\mathfrak{u}}{k}\frac{d\frac{1}{r}}{dt}$$

$$\mathfrak{H} = \frac{1}{k}\,\mathrm{curl}\,\frac{\mathfrak{u}}{r}$$

d'où

$$(19)\quad \begin{cases} \mathfrak{E}_x = -\dfrac{v^2}{k}\dfrac{d\frac{1}{r}}{dx} - \dfrac{u}{k}\dfrac{d\frac{1}{r}}{dt}\,;\ \mathfrak{E}_y = -\dfrac{v^2}{k}\dfrac{d\frac{1}{r}}{dy}\,;\ \mathfrak{E}_z = -\dfrac{v^2}{k}\dfrac{d\frac{1}{r}}{dz} \\ \mathfrak{H}_x = 0 \quad ;\ \mathfrak{H}_y = \dfrac{u}{k}\dfrac{d\frac{1}{r}}{dz}\,;\ \mathfrak{H}_z = -\dfrac{u}{k}\dfrac{d\frac{1}{r}}{dy} \end{cases}$$

Voyons ce que deviennent les équations fondamentales lorsqu'on substitue à $\mathfrak{e}$ et $\mathfrak{h}$ les vecteurs de M. de la Rive.

Prenons d'abord les équations (2) et (4).

Le premier membre de l'équation (2) s'écrit

$$\mathrm{Curl}\ \mathfrak{E} + \frac{d\mathfrak{H}}{dt}.$$

Sa projection sur l'axe des x est donc $\frac{d\mathfrak{E}_z}{dy} - \frac{d\mathfrak{E}_y}{dz}$, puisque $\mathfrak{H}_x = 0$, ou

$$v^2\left(\frac{d\frac{1}{r}}{dy}\frac{d\frac{1}{k}}{dz} - \frac{d\frac{1}{r}}{dz}\frac{d\frac{1}{k}}{dy}\right);$$

elle est nulle en vertu de la relation (16).

La projection sur l'axe des y est

$$-v^2\left(\frac{d\frac{1}{r}}{dx}\frac{d\frac{1}{k}}{dz}-\frac{d\frac{1}{r}}{dz}\frac{d\frac{1}{k}}{dx}\right)+u\left(\frac{d\frac{1}{r}}{dz}\frac{d\frac{1}{k}}{dt}-\frac{d\frac{1}{r}}{dt}\frac{d\frac{1}{k}}{dz}\right);$$

elle se réduit, en vertu des relations (15) et (18), à

$$-s\,\frac{uv\cos(rz)}{k^3r^3};$$

la projection sur l'axe des z est de même égale à

$$-s\,\frac{uv\cos(ry)}{k^3r^3}$$

Pour que ces deux projections soient nulles, il faut et il suffit qu'on ait en même temps cos (ry) = 0, cos (rz) = 0, ce qui exige cos (rx) = 1. Par conséquent, la seconde des équations fondamentales n'est satisfaite que dans le cas où la vitesse est dirigée vers le point courant.

L'équation (4) est toujours satisfaite. On a, en effet

$$\text{div}\,\mathfrak{H}=u\left(\frac{d\frac{1}{r}}{dz}\frac{d\frac{1}{k}}{dy}-\frac{d\frac{1}{r}}{dy}\frac{d\frac{1}{k}}{dz}\right),$$

et cette expression est nulle en vertu de la relation (16). On en conclut ceci : puisque la divergence du vecteur $\mathfrak{H}$ est nulle dans tout l'espace, le vecteur $\mathfrak{H}$ est le curl d'un autre vecteur :

$$\mathfrak{H}=\text{curl}\,\mathfrak{W}$$

(Cf. Appell, Traité de Mécanique, t. 3, p. 20).

Pour trouver le ou les vecteurs $\mathfrak{W}$ (car il y en a une infinité), il suffit de rappeler que dans le cas du mouvement uniforme parallèle à l'axe des x, le facteur k

est une fonction de r et réciproquement. Nous avons vu, en effet, qu'on a

$$k = s - \frac{u}{vr}(x - x_a)$$

Or il existe toujours une solution telle que $\mathfrak{W}_y = 0$, d'où

$$\frac{d\mathfrak{W}_x}{dy} = -\mathfrak{H} = \frac{u}{k}\frac{d\frac{1}{r}}{dy}$$

et par conséquent

$$\mathfrak{W}_x = u\int\frac{1}{k}\frac{d\frac{1}{r}}{dy}dy$$

Or $\frac{1}{r} = \frac{v}{u}\frac{s-k}{x-x_a}$, ce qui donne

$$\mathfrak{W}_x = -\frac{v}{x-x_a}\int\frac{1}{k}\frac{dk}{dy}dy = \frac{v}{x-x_a}\log\frac{1}{k}$$

Il est permis, du reste, de supposer $\mathfrak{W}_z = 0$, puisque $\mathfrak{H}_x = 0$. L'un des vecteurs, dont le curl est égal à $\mathfrak{H}$, a donc pour projections $\mathfrak{W}_x$, 0, 0.

Un calcul direct montre, en effet, qu'on a bien $\mathfrak{H} = \text{curl}\,\mathfrak{W}$.

Considérons maintenant les équations fondamentales (1) et (3). Si $\mathfrak{E}$, $\mathfrak{H}$ était le champ dû à la « Punktladung » q, on aurait, pour tout $r > 0$,

(1) $$\text{Curl}\,\mathfrak{H} - \frac{1}{v^2}\frac{d\mathfrak{E}}{dt} = 0$$

(3) $$\text{div}\,\mathfrak{E} = 0$$

Aucune de ces équations n'est satisfaite. On trouve, en effet, que les projections du premier membre de (1) sur les axes des y et des z sont toujours nulles.

Mais la projection sur l'axe des x est égale à $\frac{u}{v^2}$ div $\mathfrak{E}$.

Or div $\mathfrak{E} = \frac{e^2}{h^3 r^3}(k^2 - s)$.

On voit donc que les équations (1) et (3) ne sont satisfaites que dans le cas où $k^2 - s = 0$, d'où la condition

$$\cos(rx) = \frac{u}{v}(1 - \sqrt{s})$$

Nous avons vu, d'autre part, que l'équation (2) n'est satisfaite que dans le cas où

$$\cos(rx) = 1.$$

Pour que les quatre équations fondamentales de Lorenz soient vérifiées en même temps, il faut qu'on ait

$$\frac{v}{u}(1 - \sqrt{s}) = 1,$$

d'où
$$\left(1 - \frac{u}{v}\right)^2 = 1 - \frac{u^2}{v^2},$$

ce qui exige qu'on ait

$$u = 0 \qquad \text{ou} \qquad u = v$$

Si donc la vitesse u est différente de o, mais inférieure à v, les équations fondamentales ne sont satisfaites en aucun point de l'espace.

Ce résultat ne doit pas nous surprendre, la solution de M. de la Rive[1] étant une solution approchée; mais

[1] Cf. L. de la Rive, loco cit., p. 440.

j'ai pensé qu'il n'était pas inutile de l'établir par un calcul direct.

Ce sont les formules (7) et les équations (5) et (6) qui fournissent la solution exacte dans le cas d'une charge concentrée en un point.

En réalité, le volume de l'électron n'est pas égal à O. Appliquée à un électron, la solution qu'on déduit des formules de Liénard-Wiechert est aussi une solution approchée, et l'erreur n'est négligeable que pour des valeurs suffisamment grandes du rayon r. Il serait facile d'évaluer cette erreur dans le cas d'un électron sphérique animé d'un mouvement de translation uniforme, car on connaît les valeurs correspondantes des vecteurs principaux. Un problème analogue se pose pour la solution de M. de la Rive. Il ne serait pas sans intérêt de comparer les vecteurs $\mathfrak{E}$ et $\mathfrak{H}$ au champ réel dû à un électron sphérique. Mais l'étude de ce problème sortirait du cadre de notre travail.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 6 novembre 1907.

L. de la Rive. Théorie des isogones magnétiques. -- Ed, Bugnion. Anatomie des hémiptères. — Perriraz. Constante cotylédonaire. — J. Amann. La circulation rénale.

M. L. DE LA RIVE expose la théorie des isogones magnétiques telle qu'elle résulte de l'hypothèse d'un aimant central.

Les isogones de 0 à 20 degrés, vont du pôle magnétique nord au pôle géographique sud, en coupant à angle droit le cercle Z Y et en faisant l'angle ω (angle de l'isogone) avec le cercle $x\,y$; les isogones de 20° à 90° et de 90° à 180° vont du pôle magnétique nord au pôle géographique nord. L'isogone d'angle V, angle des deux axes, a un caractère spécial et joint les deux pôles magnétiques, et de plus est formée de deux branches qui se coupent. La comparaison avec les isogones de l'Atlas magnétique de Gauss, montre que le point de l'intersection a bien la situation géographique voulue.

Une autre comparaison est fournie par la propriété des isogones d'avoir pour projections sur le plan $z\,y$ des ellipses semblables entre elles qui sont très près d'être des cercles à cause de la petitesse de l'angle V.

Comme conclusion, l'approximation de l'aimant terrestre fournit des points de coïncidence remarquables.

M. Ed. Bugnion parle de l'Anatomie des hémiptères avec dessins et coupes microscopiques à l'appui.

M. Perriraz. *Constante cotylédonaire.* — Si l'on appelle longueur d'un cotylédon la dimension qui se trouve dans le prolongement du pétiole et largeur celle qui lui est perpendiculaire, il existe un rapport entre ces deux valeurs : rapport constant pour les plantes d'une même variété ou d'une même espèce. Il peut être appelé « constante cotylédonaire ».

Par l'étude biométrique de la variété de chou donnée dans les catalogues sous le nom de « Chou York petite var. Crot » : d'une variété de salade, d'un « persil frisé » et d'une station de « Stellaria media », on peut arriver comme résultat pratique à reconnaître la valeur probable d'une récolte par l'examen des semis dans leur période cotylédonaire. Cette nouvelle donnée pourra rendre, espérons-le, quelques services à nos agriculteurs et horticulteurs. Pour les détails de mensuration, d'instruments et autres, *voir les Mémoires.*

M. J. Amann fait une communication sur *la circulation rénale.* Il expose les différentes méthodes proposées et essayées pour juger si l'activité fonctionnelle du rein, cet organe si important pour la santé et la vie, est normale ou si elle est insuffisante. L'évaluation de la vitesse de la circulation rénale a été tentée par von Koranyi, au moyen du rapport entre la concentration moléculaire de l'urine (représentée par la dépression du point de congélation Δ et le taux des chlorures). M. Amann fait la critique de ce rapport et constate qu'il pourrait être perfectionné en remplaçant le taux des chlorures par celui des sels inorganiques en général.

En effet, si même l'on accepte l'hypothèse des échanges équimoléculaires dans le rein, qui est à la base des déduction théoriques de von Koranyi, il est difficile d'admettre qu'au niveau du glomérule les phosphates et sulfates alcalins, par exemple, ne passent pas aussi bien que les chlorures.

On est amené par cette considération, au rapport $\frac{\Delta}{\lambda}$, où λ est la conductibilité électrique, puisque cette dernière dépend surtout de la concentration des électrolytes. L'étude de ce rapport, déjà proposée par Burgarsky et par Roth, mériterait d'être reprise et poursuivie. D'autre part, la concentration moléculaire mesurée par Δ, présente l'inconvénient majeur qu'elle n'est peu ou pas affectée par les corps à poids moléculaire élevé qui ne se trouvent qu'en faible proportion dans l'urine. Or ces corps à grosses molécules sont précisément ceux qu'il importerait de déceler par l'analyse physico-chimique parce qu'ils échappent dans la règle à l'analyse chimique. M. Amann, après avoir fait un exposé succinct de l'état actuel de nos connaissances sur les phénomènes physico-chimiques qui se passent dans le rein, propose de remplacer la mesure de la concentration moléculaire Δ par *l'indice différentiel de réfraction* (différence entre l'indice de l'urine et celui de l'eau pure à la même température) qui dépend de la concentration *totale*.

Les principaux avantages obtenus par cette substitution sont :

1° Une plus grande exactitude ; beaucoup plus de facilité et de rapidité. Le réfractomètre à immersion de la maison Zeiss donne facilement les indices avec 5 décimales exactes ; une seule goutte de liquide suffit pour cela.

2° Une plus grande sensibilité.

L'indice est affecté, en effet, par tous les corps en solution, et l'élévation produite dépend non seulement du poids moléculaire, mais aussi de la structure de la molécule.

Les corps à poids moléculaire élevé ont une action sur l'indice beaucoup plus considérable que sur le point de congélation.

3° La réfraction peut être mesurée à la température du corps (37°), tandis que, par la congélation, les liquides physiologiques sont plus ou moins profondément altérés.

M. Amann conclut en proposant comme moyen d'évaluation de la vitesse de la circulation rénale le rapport $\frac{\lambda}{\delta n}$ ou $\frac{m}{\delta n}$ (λ conductibilité électrique, m matière minérale, δn indice différentiel de réfraction). La valeur de ce rapport *s'élève* lorsque la circulation devient plus rapide, il *s'abaisse* lorsqu'elle se ralentit.

Il faudrait du reste se garder de tirer de ces indications des déductions trop absolues et trop étendues. Il est aussi peu raisonnable de tirer du fait que la circulation rénale est ralentie, l'indication qu'un des reins étant malade doit être enlevé, que si l'on concluait qu'il faut enlever le cœur parce que le pouls est ralenti !

La signification de l'abaissement d'un des rapports ci-dessus est simplement celui-ci, que le rein est surmené ou surchargé et qu'il importe de le décharger, soit par la diète, soit par le repos.

Ces indications, dans les mains du médecin éclairé, sont fort utiles et ne doivent pas être négligées.

M. Amann montre, par un certain nombre d'exemples tirés de son expérience personnelle, quels services ces recherches de chimie et de physico-chimie biologique sont susceptibles de rendre.

Il est vrai qu'il est beaucoup plus commode de les mettre purement et simplement au nombre des « tromperies et erreurs de la médecine moderne ! »

Séance du centenaire d'Agassiz, 9 novembre.

M. Porchet. Louis Agassiz ; quelques souvenirs de sa jeunesse. — Henri Blanc. Louis Agassiz ; ses travaux en zoologie et paléontologie. — Paul-L. Mercanton. Louis Agassiz ; ses travaux sur les glaciers. — M. de Tribolet. Louis Agassiz ; son professorat à Neuchâtel. — Paul Dutoit et Duboux. Procédé nouveau pour déterminer l'alcool dans les liquides. — Pelet. L'absorption et l'adsorption — Perriraz. Biologie de la fécondation des Bignonia radicans et grandiflora et Cobeâ scandens. — Maillefer. Biologie florale du genre Incarvillea.

Le Centenaire d'Agassiz est célébré, sous la présidence de M. Porchet, président de la Société.

M. PORCHET, président de la Société vaudoise des sciences naturelles : *Louis Agassiz; quelques souvenirs de sa jeunesse.*

M. Henri BLANC, professeur à l'Université : *Louis Agassiz; ses travaux en zoologie et paléontologie.*

M. Paul-L. MERCANTON, professeur à l'Université. *Louis Agassiz; ses travaux sur les glaciers.*

M. M. DE TRIBOLET, professeur à l'Académie de Neuchâtel, membre honoraire : *Louis Agassiz; son professorat à Neuchâtel.*

MM. Paul DUTOIT et DUBOUX présentent un procédé nouveau *de dosage de l'alcool* dans les liquides alcooliques. Cette méthode est basée sur l'appréciation des températures critiques de dissolution et sa précision atteint 0,05 %.

Les mêmes auteurs ont appliqué une méthode nouvelle pour doser l'acidité des vins, basée sur la variation de conductibilité pendant la neutralisation. Cette étude permet d'apprécier dans le distillat du vin des acides autres que l'acide acétique, elle sera appliquée directement au vin.

M. le prof. PELET fait une communication sur l'*absorption et l'adsorption*. L'absorption comprend les phénomènes de répartition d'un gaz entre une atmosphère gazeuse et un liquide et la distribution d'un corps solide et liquide entre deux solvants ou un solvant et un liquide. Le coefficient de partage du corps considéré est, dans les cas simples, représenté par la formule $\frac{x}{c} = K$ ou x désigne la quantité du corps absorbé par l'un des liquides ou le solide et c la concentration résiduelle du corps considéré dans l'atmosphère gazeuse ou le liquide (loi de Henry 1803

et loi de Berthelot et Jungfleisch). Dans d'autres cas le corps absorbé se trouve dans un état moléculaire différent dans l'un des solvants et le coefficient de partage est représenté par

$$\frac{x}{c^e} = K$$

l'exposant *e* est toujours plus grand que *un* et en rapport avec la grandeur moléculaire du corps dissous dans le solvant considéré.

L'adsorption est un phénomène d'ordre tout différent, il s'observe entre les corps dissous (et peut-être aussi les gaz) qui sont partiellement retenus et fixés par des corps en solutions colloïdales et par des substances solides, insolubles et amorphes possédant des propriétés caractéristiques de l'état colloidal.

A titre d'exemple, citons l'acide acétique ou l'acide benzoïque retenus par le charbon animal et les matières colorantes fixées par les fibres.

L'adsorption est aussi représentée par la formule

$$\frac{x}{c^e} = K$$

mais caractère essentiel distinguant l'adsorption de l'absorption l'exposant *e* a toujours une valeur plus petite que 1.

Il est impossible d'admettre que la molécule du corps absorbé se soit scindée en plusieurs parties.

Les corps adsorbants au contact de solutions convenablement choisies s'électrisent tantôt positivement, tantôt négativement, et dans ces conditions adsorberont de préférence des corps dissous de signe contraire.

M. Pelet distingue deux cas d'adsorption. Le premier ou *adsorption éliminable* s'observe entre les corps adsorbants et les solutions de cristalloïdes. Dans ce cas le corps adsorbé est simplement retenu, il peut être ultérieurement éliminé par des lavages à l'eau prolongés. L'exemple le plus typique est fourni par les sels employés comme

engrais fixés temporairement par le sol, mais qui sont enlevés par de longues pluies.

Le deuxième cas, ou *adsorption tinctorielle* s'observe entre les corps adsorbants et les fausses solutions. Le colloïde en fausse solution sera adsorbé et fixé sous la forme insoluble par le corps adsorbant et ne peut plus être éliminé par l'eau, mais peut être dissous par divers dissolvants, tels que les solvants organiques ionisants ou même certaines solutions colloïdales (tannin dans le cas du bleu de méthylène fixé par le charbon).

Parmi les exemples caractéristiques d'*adsorption tinctorielle*, on peut citer la teinture, le tannage, la filtration des eaux d'égouts par le sol, etc.

M. Pelet cite parmi les corps solide doués de propriétés adsorbantes, la silice, l'alumine, l'oxyde de fer, le charbon animal et une série de substances inorganiques dérivées d'éléments trivalents, quadrivalents ou polyvalents et dont les oxydes ou sulfures sont susceptibles de former des solutions colloïdales.

Les corps dérivés d'éléments bivalents tels que $CaCO^3$, $BaCO^3$, $MgCO^3$, $BaSO^4$, ne possèdent pas dans l'état ordinaire de pouvoir adsorbant nettement marqué.

On peut rapprocher des phénomènes d'adsorption, une foule de faits encore mal expliqués : dans l'analyse, le dosage constamment inexact et souvent critiqué du tannin par l'iode ou du tannin par la poudre de peau, en chimie organique, la formation de complexes iodés et soufrés des substances colorantes basiques et des alcaloïdes $MHIx$, $(M)^2H^2S.Sxi$. La présence du soufre dans la laine, ensuite d'études plus complètes, pourra probablemement être considérée comme un cas d'adsorption.

En chimie biologique les cas d'adsorption se rencontreront aussi en grand nombre et, après l'école de Francfort (Bechhold), on peut rapprocher de l'adsorption les phénomènes caractéristiques présentés par les agglutinines et la sérothéraphie, il en serait de même du traitement de la maladie du sommeil (Koch, Nicolle) au moyen de certaines matières colorantes directes du groupe de la benzopurpurine.

M. Perriraz. — *Biologie de la fécondation des Bignonia radicans et grandiflora et Cobeâ scandens.* Le Bignonia radicans croît au bord de notre lac, en pleine terre ; il porte des fleurs rouges, allongées en tube, pourvues de 4 étamines ; il y a didynamie. On remarque chez cette plante un mouvement très net des lèvres stigmatiques au moment de la fécondation. Il en est de même chez Bignonia grandiflora ; chez ce dernier la fleur est plus ouverte et moins allongée ; elle présente des variations saisonnières dans sa coloration ; chez nous cette bignonaciée ne porte pas de fruits. Le développement des étamines de Cobea scandens présente quelques particularités intéressantes au point de vue biologique. de plus l'autofécondation est impossible. Un pied de Cobea a donné des fleurs anormales, fait probablement dû à une action cryptogamique. *(Voir aux Mémoires.)*

M. Maillefer. *Sur la biologie florale du genre Incarvillea.* Les stigmates des Incarvillea sont formés de deux lames ; si l'on exerce une pression sur une de ces lames en la repliant en arrière, la lame irritée vient, en environ 4 secondes, s'appliquer contre l'autre. Les étamines d'*Incarvillea Delavayi* sont pourvues d'un mécanisme curieux de dissémination des grains de pollen. Les loges ont la forme générale d'un cône dont la grande base serait du côté du connectif ; la face du cône regardant en bas est renflée en une vésicule piriforme creusée en son centre d'une dépression. Un poil très rigide est inséré sur l'extrémité distale du renflement. Ce dernier se continue en une carène formée par les deux lèvres de la fente du sac pollinique.

Si l'on exerce une pression sur le poil en allant du connectif vers l'extrémité de la loge, le poil fonctionne comme un levier et soulève la partie déprimée du renflement en même temps qu'il exerce une pression sur les lèvres de la fente qui s'écartent l'une de l'autre et sur le pollen qui vient en petite quantité entre les lèvres. Si la pression sur le poil cesse, la dépression se reforme brusquement en

comprimant l'air à l'intérieur de la loge; cet air projette le pollen compris entre les lèvres de la fente jusqu'à 2 cm. de distance. Les connectifs des étamines sont munis d'un appendice qui entoure le style par derrière, donnant ainsi au système des quatres étamines la rigidité nécessaire.

La fécondation croisée de *I. Delavayi* est donc assurée comme suit : Un insecte entrant chargé de pollen d'une autre fleur frotte de son dos contre la lame inférieure du stigmate, y dépose du pollen et immédiatement la lame se rabat contre l'autre. L'insecte fait ensuite fonctionner le mécanisme des anthères, arrive au nectaire situé autour de la base de l'ovaire et ressort saupoudré de pollen sans pouvoir en déposer à nouveau sur le stigmate. celui-ci restant fermé pendant 15 à 20 minutes.

L'autofécondation est donc absolument impossible.

Incarvillea Olgae a de même des stigmates irritables. Les étamines présentent la même conformation que celles de *I. Delavayi;* mais elles ne sont pas liées au style. Le système des étamines ne présente pas la rigidité nécessaire au bon fonctionnement du mécanisme de soufflet. La plante s'y est prise autrement. La fente s'entr'ouvre à la maturité et l'insecte en passant reçoit sur son dos le pollen que les secousses de l'anthère qu'il provoque font tomber. La dépression-soufflet, quoique très marquée, n'a donc pas de fonction.

Séance du 4 décembre.

Albert Brun. Les phénomènes du volcanisme. — C. Strzyzowski. La cryoscopie et sa valeur chimique — Moreillon. Le rouge des sapins.

M. Albert BRUN, de Genève, expose ses recherches sur les phénomènes du *volcanisme*[1].

M. C. STRZYZOWSKI parle *de la cryoscopie et de sa valeur chimique.*

Il est hors de doute que la cryoscopie, qui est essentiel-

[1] Voir ci-dessus, p. 146.

lement une méthode de laboratoire, a rendu à la médecine, au point de vue biologique, certains services. Grâce à cette méthode d'analyse, on a pu plus facilement aborder l'étude délicate de la concentration moléculaire des humeurs et des sécrétions et confronter ainsi à l'état de santé et de maladie les pressions osmotiques de ces différents liquides.

Outre qu'elle a fourni sur la fonction rénale des renseignements intéressants, cette méthode a néanmoins permis de constater aussi que dans nombre de cas de physiologie pathologique, les processus vitaux sont d'un ordre beaucoup plus compliqué qu'on ne le croyait auparavant. (Exemples : urémies, certaines néphrites, etc., etc.)

Aussi, en clinique, les appréciations si optimistes formulées dès le début sur la grande utilité de la cryoscopie, ne se sont nullement justifiées dans la suite.

Tous les cliniciens de marque sont d'accord pour reconnaître aujourd'hui que la cryoscopie présente de très nombreuses lacunes [1], et qu'en matière de clinique ses résultats ne doivent être utilisés qu'avec *la plus extrême prudence* [2].

[1] Ces lacunes sont : la précipitation fréquente des urates des urines concentrées ; la dissociation électrolytique des sels inorganiques en ions (une solution de 2 % d'urée ($M = 60$) produit un $\Delta = -0.65°$, tandis que celle de 2 % de NaCl ($M = 58.5$) un $\Delta = -1.2°$; l'abaissement relativement faible du Δ pour des corps à poids moléculaire élevé ; le grand écart entre le maximum et le minimum du Δ dans les limites physiologiques ($= -0.87°$ à $-2.71°$) — puis le fait de l'inconstance de la composition et *eo ipso* de la concentration urinaire, laquelle peut varier du jour au lendemain sous l'influence des causes endo- et exogènes très diverses (excitations nerveuses, ingestion des boissons, effet du froid et du chaud, régimes, etc., etc.). Tous ces facteurs, en s'accumulant, deviennent facilement une source de sérieuses erreurs.

[2] Consulter entre autres : « Lehrbuch der Klinischen Untersuchungsmethoden und ihrer Anwendung auf die spezielle ärztliche Diagnostik » de MM. Eulenburg, Kolle et Weintraub, 1904, Tome I, p. 628 ; — « Lehrbuch der Klinischen Untersuchungs-Methoden » de M. Sahli, professeur de clinique médicale à la Fa-

Quant à la plupart des autres méthodes physico-chimiques, telles que la détermination de la conductibilité électrique et de l'indice de réfraction[1], ces méthodes sont certainement très intéressantes au point de vue scientifique et philosophique pur. Mais leur valeur indiscutable au lit du malade reste encore à démontrer.

Il est vrai qu'il est beaucoup plus commode de mettre ces procédés d'investigation purement et simplement au nombre des méthodes dont les indications, entre les mains du médecin-chimiste éclairé, sont fort utiles et, en aucun cas, ne doivent être négligées! *Sapienti sat*...!

M. Moreillon, inspecteur forestier, parle du *Rouge des sapins*.

Dans une note à l'Académie des sciences de Paris et reproduite par nos journaux, M. Bouvier mentionne des dégâts causés aux forêts de sapins blancs du Jura français, par un insecte ou un champignon parasitaire qui occasionne la mort de ceux-ci. Cette maladie, désignée par lui sous le nom de « Rouge des sapins », a causé un grand émoi.

Deux forestiers suisses, MM. Fankhauser et Pillichody, de Berne, prétendent que cette maladie du « rouge » n'est qu'une suite de la sécheresse des années précédentes et qu'il n'y a pas lieu de s'émouvoir autrement.

culté de médecine à Berne, 1905, p. 583 et la « Klinische-Diagnostik innerer Krankheiten » de Jaksch, professeur de clinique médicale à l'Université allemande de Prague, 1907, p. 343.

[1] Il n'est pas complètement inutile d'indiquer ici qu'antérieurement à M. le Dr J. Amann, d'autres chimistes ont utilisé le réfractomètre pour déterminer l'indice de réfraction de l'urine. Voir : A. Srubell : « Ueber eine neue Methode der Urin- und Blutuntersuchung ». *Deutsch. Arch. f. Klinische Medizin*, 1900, Tome 69, p. 521-541. H. Malosse : « Sur quelques constantes physiques de l'urine ». Thèse de Montpellier, 1902.

Guye et Bogdan : « Méthodes rapides pour l'analyse physico-chimique des liquides physiologiques ». *Journal de Chimie physique*. Tome I, 1903, p. 379.

M. Henry, professeur à l'école forestière de Nancy, dans une note du 28 octobre 1907 à l'Académie des sciences, mentionne que les sapins du Jura français sont attaqués par un champignon parasitaire, le *Phoma abietina* de R. Hartig, ou plus exactement par *Fusicoccum abietinum* Prilleux et Delacroix.

Au commencement de novembre 1907, M. Moreillon reçut de La Cure (Suisse) un ballot de branches de sapins blancs attaquées par ce champignon et, quelques jours plus tard, un envoi semblable du Brassus. La maladie a été observée jusqu'aux environs de Saint-Cergues.

M. Moreillon a eu l'occasion de faire les constatations suivantes lors d'une inspection locale dans les forêts et pâturages des environs de La Cure, à l'altitude d'environ 1200 m., sur un plateau calcaire, rocailleux, où il tombe par an 1577 mm. d'eau en 151 jours, qu'un certain nombre de sapins de tous âges, hauts de 1 à 20 m., avaient jusqu'au 20 % de branches attaquées par ce champignon, principalement aux arbres des lisières exposées aux vents chauds et humides de l'ouest, que peu d'arbres étaient attaqués au centre des peuplements et point aux expositions nord-est ; quelques jeunes sapins avaient des tiges sèches à 2-3 m. au-dessus du sol ; pas remarqué de dégats aux tiges et branches ayant moins de un mètre de haut.

La maladie se manifeste sur les branches, rarement sur les tiges des sapins, dont elle fait périr le tiers antérieur. L'infection a lieu très probablement à la fin de l'hiver, au moment de la fonte des neiges par les vents chauds et humides de l'ouest. Les couches superficielles du bois sont attaquées par le mycelium sur une longueur de 5 à 8 cm., ce qui provoque la formation de deux bourrelets caractéristiques aux extrémités de cette partie nécrosée. Les spores du champignon ont deux gutules.

La maladie causera-t-elle la mort des sapins attaqués ? Très probablement pas, le 80 % des branches restantes étant suffisant pour entretenir la vitalité des arbres attaqués. Par contre, le développement des bostriches et particulièrement celui du sapin blanc, le *cryphalus piceæ* Ratz.

est à redouter, car s'il venait à prendre une grande extension il pourrait être la cause de la disparition du sapin blanc, d'ici à un grand nombre d'années, c'est vrai, et compromettre ainsi le rajeunissement de l'épicéa et du sapin.

Que faire pour arrêter, dans la mesure du possible, la propagation de cette maladie? Couper et brûler de suite les branches attaquées, afin de détruire sur place les champignons parasitaires et les bostriches.

Assemblée générale du 18 décembre.

Denis Cruchet. Recherches sur les Ustilaginées. — Mercanton. Observations en 1907 aux nivomètres d'Orny et de l'Eiger. — Pelet. Théorie colloïdale de la teinture. — Perriraz. Bouteille servant, renversée, de bordure à un massif de fleurs et contenant une végétation exotique. — Bieler Fragment de bois de cerf.

M. Denis Cruchet, pasteur à Montagny, expose ses *recherches mycologiques* dans la région qu'il habite, spécialement sur les Ustilaginées.

M. Mercanton expose, avec graphiques à l'appui, les résultats des observations faites en 1907 aux *nivomètres d'Orny et de l'Eiger*.

Il a établi un nivomètre du même type au glacier des Diablerets (3000 m.), sur la route des touristes montant du Zanfleuron au sommet.

Cette échelle, en traits rouges équidistants de 50 cm., est numérotée en chiffres régressifs de haut en bas à partir de 90. Les touristes sont invités à noter le numéro du trait émergeant immédiatement de la neige.

M. Mercanton indique ensuite les premiers résultats des études de l'enneigement sur la route du Grand-St-Bernard, qu'il poursuit avec M. F.-A. Forel depuis trois hivers. D'Orsières à l'Hospice, une quinzaine de poteaux télégraphiques équidistants de quelque 2 kilomètres sont munis d'une graduation métrique. Les postillons notent chaque 1er et 15me jours du mois la hauteur atteinte par la neige le

long du poteau. MM. Forel et Mercanton saisissent l'occasion qui leur est offerte ici de remercier l'administration des postes et télégraphes de l'arrondissement pour leur collaboration obligeante.

Les résultats de ces diverses études de l'enneigement sont consignés *in extenso* dans les « Rapports annuels sur les variations des glaciers suisses » par MM. Forel, Lugeon et Muret (*Annuaire du Club Alpin Suisse*).

M. Louis Pelet expose sa *théorie colloïdale* de la teinture, puis il donne les résultats d'analyse chimique, obtenus en collaboration avec M. Wild, de certains bronzes lacustres qui lui ont été confiés par M. Schenk.

M. Perriraz fait circuler une bouteille de limonade, servant, renversée, de bordure à un massif de fleurs et dans laquelle a cru, emprisonnée, une *végétation exotique*.

Enfin M. Bieler présente un assez grand fragment de *bois de cerf*, trouvé avec d'autres fragments dans une caverne du Jura (Genollier).

Cette caverne commence par un conduit presque vertical de 1 m. 80, puis elle s'étend horizontalement avec 6 m. environ de longueur. On peut supposer qu'elle était le repaire d'un ours qui y apportait ses provisions dans le temps où il y avait encore des cerfs dans la contrée.

Le même membre présente un moulage de cornure de *connochètes taurinus*, sorte d'antilope *gnou* de l'Abyssinie, dont l'original, rapporté par M. A. de Lessert, est au Musée agricole.

Bien que, à première vue, cette cornure ressemble à celle d'un bovidé, elle en diffère en ce que la spire des cornes est comme celle des antilopes.

Cet échantillon est destiné au Musée zoologique cantonal.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

O. Manville. — Les découvertes modernes en physique, un vol. de 186 p. avec 32 fig. intercalées dans le texte. Librairie scientifique A. Hermann, Paris, 1908.

Sous ce titre : *Les découvertes modernes en physique, leur théorie et leur rôle dans l'hypothèse de la constitution électrique de la matière*, M. Manville fait un exposé très clair, très concis et très suggestif des questions les plus actuelles de la science contemporaine et des conclusions théoriques qui en découlent quant à l'essence même de la matière.

Il nous suffira de donner les têtes de chapitre pour faire comprendre le plan du livre que nous annonçons ici et qui sont : les décharges électriques à travers les liquides, celles à travers les gaz, l'ionisation des gaz, l'électron, introduction à la théorie électronique de la matière, la radioactivité induite de la matière, la théorie électronique de la matière.

« La mécanique d'hier », dit l'auteur en terminant, « voulait expliquer les phénomènes physiques et, en par- « ticulier, les phénomènes électriques par la matière et « son mouvement. Ce but, elle ne l'a pas encore atteint. « Confiante en ses vues nouvelles, la mécanique d'au- « jourd'hui veut, au contraire, tout expliquer par l'élec- « tricité et son mouvement. » Il se borne à exposer les faits expérimentaux sans se prononcer entre les deux théories.

CHIMIE.

A. Bistrzycki et L. Mauron. Anomalies dans la condensation de l'acide benzilique avec les homologues du benzène. (*Ber. der D. Chem. Ges.*, t. 40 (1907), p. 4060; Laboratoire de Chimie I de l'Université de Fribourg).

Bistrzycki et Wehrbein ont montré précédemment que l'acide benzilique se condense facilement avec le toluène,

en présence du tetrachlorure d'étain, pour donner de l'*acide diphényl-p-tolylacétique* $(C^6H^5)_2C(C^6H^4CH^3)COOH$; la réaction est analogue avec le m-xylène, mais en revanche, en voulant opérer avec l'éthylbenzène, les auteurs ont constaté qu'elle se passait différemment.

Les expériences qu'ils ont faites à ce sujet et dont le détail est consigné dans leur mémoire, leur permettent d'en tirer les conclusions suivantes : L'acide benzilique montre des tendances à la condensation très différentes envers le benzène et ses dérivés monoalkylés en présence de tetrachlorure d'étain. Tandis qu'il fournit exclusivement (autant que cela peut être décelé) avec le benzène et le toluène les acides acétiques triarylés, il ne réagit presque pas avec le cumène, mais dans ce cas il est transformé en *acide diphénylacétique*. Ce dernier prend naissance aussi, en même temps que des acides tertiaires, au moyen de l'éthylbenzène et du n-propylbenzène et dans ces deux cas la formation de l'acide diphénylacétique est favorisée, si l'on étend avec du benzène les produits mis en réaction.

Fr. Fichter, J. Frœhlich et M. Jalon. Sur le 1-méthyl-2 aminophène-4-5-dithiol. Contribution a la connaissance des colorants sulfine-azoïques. (*Ber. des D. Chem. Ges.*, t. 40 (1907), p. 4420-4425. Bâle, Laboratoire I de l'Université.)

En se basant sur la connaissance actuelle des colorants au soufre d'après les travaux de Friedländer et Mauthmer, ainsi que de H.-A. Müller entre autres, les auteurs se sont proposé de préparer une matière colorante azoïque aussi simple que possible, renfermant deux groupes mercaptaniques, pour l'étudier au point de vue de ses propriétés tinctoriales ; ils espéraient obtenir un effet particulièrement favorable en introduisant les deux groupes ci-dessus en positions « ortho » . Ils ont donc préparé en partant de l'acide 2-nitro-4-aminotolylsulfonique, par des transforma-

tions successives, le *1-méthyl-2-aminophène-4-5-dithiol*, lequel renferme les groupes HS dans les positions voulues :

$$\begin{array}{c} CH^3 \\ \text{(noyau benzénique)}\ NH^2 \\ HS \\ SH \end{array}$$

En copulant avec la β naphtylamine le dérivé diazoïque de ce composé, les auteurs ont obtenu un colorant qui se dissout en rouge foncé dans le sulfure de sodium et qui se fixe sur le coton non mordancé en un rouge solide au lavage ; ce colorant n'est toutefois solide ni à la lumière ni aux acides. Il n'en résulte pas moins que les deux groupes mercaptaniques en « ortho » ont conféré au dérivé azoïque étudié par les auteurs les caractères d'un colorant au soufre.

H. Rupe et E. Busolt. Sur l'acide β-phénylcinnamique (acide β-β-diphénylacrylique). *(Ber. d. D. Chem. Ges.*, t. 40, p. 4537 ; Bâle, Laboratoire II de l'Université).

L'acide ci-dessus, déjà connu, a été préparé par une nouvelle méthode qui consiste à additionner l'éther bromacétique à la benzophénone en présence de zinc, ce qui donne l'*éther éthylique de l'acide β-oxy-β-phénylhydrocinnamique :*

$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix} > C < \begin{matrix} OH \\ CH^2COOC^2H \end{matrix}$$

Cet éther cristallisé en aiguilles blanches F 87°, a été ensuite saponifié par une solution de potasse dans l'alcool méthylique ; il s'est formé de l'acide β-oxy-β-phénylhydrocinnamique, lequel fournit par l'action de l'anhydride acétique en présence d'acétate de soude l'acide phénylcinnamique ; ce dernier est après purification en cristaux blancs, F 162° (d'autres auteurs ont indiqué 155°). Il distille sans décomposition et paraît éliminer le groupe carboxyle sous l'influence du brome ou de l'acide bromhydrique. Il donne par oxydation, au moyen du permanganate en solution alcaline, de la benzophénone.

FR. FICHTER et H. PROBST. CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DU MÉTHYL CHINDOLANOL (*Berichte d. Deutsch. Chem. Ges.* : t. 40, p. 3478 ; Bâle, Laboratoire I de l'Université).

Lorsqu'on traite l'iodméthylate de chindoline jaune, décrit par Fichter et Bœhringer par la lessive de soude on obtient une base pseudo, qui cristallise dans l'alcool en jolies aiguilles rouge foncé.

D'après les nouvelles recherches des auteurs cette base doit correspondre à la formule de constitution

OH N-CH^3

C

C

NH CH

C'est un *méthylchindolanol;* ce produit régénère avec la plus grande facilité par l'action des acides le sel quaternaire jaune.

A. BALLAND ET D. LUISET. LE CHIMISTE Z. ROUSSIN. Paris, librairie J.-B. Baillière et fils, 1907, in-8°, 310 pages.

Mme veuve Z. Roussin vient de faire paraître ce volume plein d'intérêt, dans lequel le lecteur trouvera en premier lieu une préface due à la plume autorisée de M. le prof. A. Haller, de l'Institut, et une très vivante notice biographique de M. H. Chasles, ingénieur ; mais la partie principale du volume est composée des chapitres, très utilement documentés, consacrés par M. Luizet aux travaux de Roussin sur les matières colorantes et par M. Balland aux autres travaux dans lesquels ce chimiste s'est également distingué et qui concernent la chimie pure, la chimie industrielle ainsi que la chimie appliquée aux expertises.

Z. Roussin (1827-1894), chimiste français, professeur agrégé de chimie et de toxicologie à l'Ecole d'application de médecine et de pharmacie militaire du Val-de-Grâce, pharmacien principal de l'armée, pratiquait avec ardeur la chimie et prit entre autres une grande part aux recher-

ches concernant les matières colorantes, ce qui le conduisit à des découvertes importantes dans ce domaine; ses études sur la naphtaline et ses dérivés, ses découvertes de la naphtazarine et des premiers colorants azoïques susceptibles d'une grande application industrielle, ont eu certainement une influence très marquée sur les découvertes qui les ont suivies, ainsi que sur le développement de certains départements de l'industrie des couleurs artificielles. Aussi doit-on assigner à Roussin une place fort en vue dans la phalange des savants et des chimistes qui, dans la seconde moitié du siècle dernier, ont contribué par leurs travaux à l'épanouissement merveilleux de la chimie des dérivés du goudron de houille.

Roussin a aussi laissé sa trace dans les autres parties de la chimie, et il était en particulier fort recherché pour les cas délicats où cette science joue un rôle dans les expertises médico-légales, il suffit du reste de parcourir la liste chronologique de ses publications pour constater la diversité des sujets dont il s'est occupé et pour l'étude desquels il déployait une grande ingéniosité.

Roussin, dont le nom restera attaché à des découvertes intéressantes, avait su se faire estimer et respecter par son ardeur désintéressée aux recherches scientifiques, par son amour du travail et par sa modestie.

Le livre sur le chimiste Roussin, dont nous avons tenu à signaler la publication, sera certainement apprécié de tous ceux qui s'intéressent à l'histoire des sciences et de leurs applications. Il le sera d'autant plus que les mérites de Roussin n'ayant pas toujours été reconnus de son vivant, comme ils auraient dû l'être, il était utile et juste de préciser l'importance de son œuvre.

Nous remercions donc Mme Roussin d'avoir bien voulu, en cédant aux sollicitations des nombrenx amis et des collaborateurs de son mari, faire cette publication, qui est la bienvenue. F. R.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE JANVIER 1908

Le 1er, pluie et légère chute de neige dans la nuit : brouillard le matin.
2, forte bise.
6, brouillard le matin.
7, brouillard le soir.
8, pluie dans la nuit et à 10 h. du matin ; fort vent l'après-midi.
9, pluie le matin ; giboulée de neige, léger verglas.
11, forte bise le matin.
13, brouillard pendant la plus grande partie de la journée.
du 14 au 20, brouillard tout le jour, avec givre, particulièrement intense du 15 au 17.
le 23, brouillard le matin.
24, brouillard le matin.
25, brouillard tout le jour.
26, brouillard le matin, givre.
27, pluie à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir.
28, pluie depuis 4 h. du soir.
29, neige à 1 h. et pluie à 10 h. du soir.
30, violente bise pendant toute la journée.

GENÈVE — JANVIER 1908

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	21.7	22.6	25.5	22.97	− 4.85	21.0	26.3	W. 0	S. 0	E. 1	E. 1	2.3	10	10	10	10	...	....	....
2	26.6	26.3	26.8	26.60	− 1.24	26.3	27.1	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	15.7	10	10	10	10	...	....	....
3	27.1	26.9	27.9	27.28	− 0.58	26.8	28.1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	10.5	10	10	10	10	...	....	....
4	28.5	29.0	31.6	29.30	+ 1.43	28.0	32.0	NE. 1	ENE. 1	ENE. 1	var.	9.5	10	10	10	10	...	....	....
5	33.9	34.3	36.1	34.51	+ 6.62	32.2	36.5	E. 1	E. 1	SW. 0	var.	4.6	10	10	10	10	...	....	....
6	36.8	35.9	35.1	36.14	+ 8.24	35.1	37.3	S. 1	S. 0	S. 1	var.	3.1	10	10	10	10	...	....	....
7	31.4	26.9	23.3	28.68	+ 0.77	21.7	34.7	SE. 0	S. 0	SW. 0	calme	0.8	10	10	10	10	...	....	....
8	16.7	16.4	15.9	16.78	−11.13	15.5	21.0	NNW. 1	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 2	13.6	10	10	10	8	1.3	0.3	....
9	13.8	15.8	17.4	**15.43**	**−12.49**	**13.7**	17.4	SSW. 2	SSW. 2	SW. 0	SSW. 2	14.6	9	5	8	8	0.4	1.5	2
10	20.4	23.4	28.0	22.90	− 5.02	18.3	29.0	S. 0	NNE. 1	NNE. 4	NNE. 1	12.9	10	10	10	10	...	1.5	1
11	32.6	34.2	36.9	33.78	+ 5.86	29.8	36.9	NNE. 3	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 2	14.6	10	10	10	10	...	....	....
12	35.9	36.0	35.8	36.08	+ 8.16	35.4	37.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	4.9	10	10	10	10	...	....	....
13	36.0	35.5	36.9	36.24	+ 8.32	35.5	37.6	SE. 1	SE. 1	SE. 1	SE. 1	4.8	10	10	10	10	...	....	....
14	37.9	37.8	38.5	37.90	+ 9.99	37.4	38.5	SE. 1	S. 0	E. 1	calme	1.7	10	10	10	10	..	....	....
15	38.4	37.5	38.0	37.98	+10.08	37.3	38.7	E. 1	S. 0	SW. 0	calme	0.8	10	10	10	10	...	....	....
16	37.5	36.8	37.2	37.32	+ 9.43	36.5	37.9	S. 0	SW. 0	S. 0	calme	1.3	10	10	10	10	...	....	....
17	36.4	35.6	36.3	36.24	+ 8.36	35.5	37.0	S. 0	E. 1	S. 1	var.	2.0	10	10	10	10	...	....	....
18	36.7	35.8	35.5	36.06	+ 8.19	35.4	36.8	S. 1	S. 0	S. 0	calme	1.7	10	6	10	8	1.6	....	....
19	35.7	33.8	34.1	34.75	+ 6.90	33.6	35.9	S. 1	S. 0	S. 0	calme	1.4	10	10	10	10	...	....	....
20	34.7	34.9	36.1	35.10	+ 7.27	34.0	36.4	SW. 0	SW. 0	S. 0	calme	1.7	10	10	10	10	...	....	....
21	37.1	38.0	39.4	37.93	+10.12	36.5	39.7	NNE. 1	NNE. 1	N. 1	N. 1	4.1	10	10	10	10	...	....	....
22	39.2	39.0	39.0	39.17	+11.38	38.7	39.7	NE. 0	S. 1	SSW. 1	var.	3.5	10	10	10	10	...	....	....
23	37.8	36.4	37.3	37.36	+ 9.59	36.1	38.7	SE. 0	N. 0	SE. 1	var.	2.1	10	10	10	10	...	....	....
24	37.5	37.5	38.6	37.86	+10.12	37.4	38.7	NW. 1	E. 0	E. 0	var.	2.3	10	10	10	10	...	....	....
25	38.8	38.1	38.8	38.55	+10.84	37.9	39.0	SE. 1	SW. 0	SW. 1	var.	2.1	10	10	10	10	...	....	....
26	40.0	39.4	38.5	**39.41**	**+11.73**	38.0	**40.7**	SW. 1	SW. 0	SW. 1	var.	1.9	10	10	10	10	...	....	....
27	36.7	35.3	32.5	35.47	+ 7.82	31.8	38.2	S. 0	SW. 0	W. 0	calme	1.7	10	10	10	10	...	....	....
28	28.9	25.9	20.8	26.34	− 1.27	20.5	31.5	NW. 1	SSW. 1	WSW. 1	SSW. 1	4.1	10	9	10	9	...	**5.9**	**8**
29	20.2	19.1	20.6	19.85	− 7.72	18.0	22.0	SSW. 2	WSW. 1	S. 1	SSW. 1	5.2	10	10	6	9	3.6	5.1	6
30	24.5	25.8	27.5	25.17	− 2.36	22.1	27.8	NW. 2	NNE. 4	NNE 2	NNE. 3	**35.0**	10	5	10	8	2.6	0.7	1
31	28.4	27.8	26.5	27.45	− 0.04	26.3	28.5	S. 1	WSW. 1	W. 0	var.	5.1	8	9	9	8	**4.0**	....	....
Mois	31.86	31.54	32.02	31.83	+ 4.46							6.12	9.9	9.5	9.8	9.6	16.1	15.1	18

Jour du mois	Température 7 h.	Température 1 h.	Température 9 h.	Température Moyenne 8 Observ.	Température Ecart avec la normale	Température Min.	Température Max	Fraction de Saturation en % 7 h.	Fraction de Saturation en % 1 h.	Fraction de Saturation en % 9 h.	Fraction de Saturation en % Moyenne 8 Obs.	Fraction de Saturation en % Ecart av. la norm.	Fraction de Saturation en % Min.	Fraction de Saturation en % Max.	Tempér. du Rhône Midi	Tempér. du Rhône Ecart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+ 0.7	+ 1.8	+ 2.7	+ 1.61	+ 1.82	+ 0.2	+ 3.4	96	89	88	90	+ 4	85	98	....	.....	1565
2	+ 0.4	+ 0.9	- 1.7	+ 0.29	+ 0.53	- 2.1	+ 3.0	89	79	87	81	- 5	70	95	4.1	- 1.3	1590
3	- 3.0	- 2.2	- 2.6	- 2.35	- 2.09	- 3.4	- 1.0	91	80	78	87	+ 1	75	98	4.4	- 1.0	1575
4	- 4.4	- 3.4	- 5.0	- 4.02	- 3.74	- 5.2	- 2.3	95	82	90	90	+ 4	82	96	4.3	- 1.0	1590
5	- 5.4	- 4.6	- 5.0	- 4.96	- 4.67	- 5.5	- 4.0	92	86	88	89	+ 3	80	99	....	.....	1545
6	- 5.5	- 4.2	- 6.0	- 5.21	- 4.90	- 6.6	- 3.2	100	91	94	95	+ 9	85	100	4.2	- 1.1	1520
7	- 5.3	+ 1.8	- 1.0	- 2.50	- 2.19	- 7.0	+ 3.8	100	65	87	86	0	61	100	4.1	- 1.2	1540
8	+ 2.8	3.9	+ 2.4	+ 2.95	+ 3.27	- 1.2	7.5	72	83	67	74	-12	**45**	95	4.3	- 0.9	1480
9	2.6	3.6	+ 2.4	2.75	+ 3.07	+ 1.0	4.2	73	77	82	76	-10	68	89	5.2	0.0	1505
10	+ 1.4	+ 1.0	0.0	+ 0.81	+ 1.13	- 2.0	+ 2.9	88	63	63	77	- 9	61	93	4.9	- 0.2	1520
11	- 5.0	- 4.0	- 4.7	- 4.19	- 3.87	- 5.4	- 2.0	85	76	80	81	- 5	68	95	4.2	- 0.8	1505
12	- 6.0	- 5.3	- 5.4	- 5.41	- 5.10	- 6.2	- 4.5	95	85	90	89	+ 3	78	97	....	.....	1505
13	- 7.4	- 5.4	- 6.0	- 6.14	- 5.84	- 7.9	- 5.0	94	90	94	92	+ 6	89	97	4.0	- 1.0	1495
14	- 8.0	- 5.2	- 5.8	**- 6.18**	**- 5.89**	**- 8.2**	- 4.1	96	95	100	96	+10	89	100	4.0	- 1.0	1470
15	- 7.6	- 5.6	- 5.6	- 5.97	- 5.70	- 7.7	- 4.5	100	100	100	99	+13	90	100	3.9	- 1.1	1475
16	- 6.8	- 4.0	- 4.9	- 5.19	- 4.94	- 6.9	- 3.0	100	100	100	100	**+14**	98	100	4.0	- 1.0	1460
17	- 6.0	- 0.3	- 1.6	- 2.81	- 2.58	- 6.1	+ 2.0	100	82	92	93	+ 7	75	100	4.5	- 0.4	1410
18	- 4.4	- 2.5	- 2.5	- 3.09	- 2.89	- 4.8	- 1.5	100	100	100	100	**+14**	96	109	4.0	- 0.9	1400
19	- 4.4	- 3.0	- 3.8	- 3.60	- 3.42	- 4.6	- 2.5	100	100	100	98	+12	90	100	....	.....	1405
20	- 5.0	- 2.8	- 1.6	- 3.24	- 3.10	- 5.1	- 1.2	100	100	100	99	+13	91	100	4.1	- 0.8	1415
21	+ 1.0	+ 2.6	+ 1.7	+ 1.15	+ 1.26	- 1.2	+ 2.9	100	75	78	88	+ 3	75	100	4.5	- 0.4	1385
22	0.0	+ 0.4	0.0	+ 0.30	+ 0.37	- 0.5	2.0	93	85	92	90	+ 5	81	98	4.8	0.0	1395
23	- 1.6	0.0	- 2.0	- 1.03	- 1.00	- 2.3	+ 0.3	100	89	92	96	+11	85	100	4.5	- 0.3	1375
24	- 3.0	- 1.2	- 2.4	- 2.56	- 2.57	- 3.9	- 1.0	96	91	95	95	+10	86	98	4.1	- 0.7	1370
25	- 4.3	- 2.7	- 3.4	- 3.42	- 3.48	- 5.0	- 1.9	95	95	95	96	+11	91	100	4.3	- 0.5	1355
26	- 4.0	- 2.4	- 3.4	- 3.24	- 3.34	- 4.2	- 1.7	100	100	100	97	+12	83	100	....	.....	1325
27	- 0.7	+ 4.8	+ 3.4	+ 1.55	+ 1.40	- 2.9	+ 6.5	92	74	96	85	0	59	100	4.7	- 0.1	1325
28	+ 5.2	10.8	7.3	**6.64**	+ **6.43**	+ 1.7	**11.0**	96	70	75	86	+ 1	65	99	5.0	+ 0.2	1395
29	3.0	4.2	0.6	3.71	+ 3.45	0.5	7.5	78	67	96	74	-11	50	97	4.8	0.0	1325
30	+ 1.7	2.5	+ 1.0	1.62	+ 1.30	+ 1.0	3.5	70	58	62	**68**	**-17**	52	85	4.1	- 0.7	1455
31	- 2.0	+ 2.4	0.0	+ 0.10	- 0.28	- 2.2	+ 3.2	83	56	74	72	-13	49	86	4.5	- 0.3	1405
Mois	- 2.61	- 0.58	- 1.71	- 1.67	- 1.59	- 3.67	+ 0.65	92	83	88	88	+ 2			4.37	- 0.74	1454

MOYENNES DE GENÈVE. — JANVIER 1908

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	25.87	25.81	25.69	26.23	25.74	25.91	26.45	26.77	26.06
2e »	35.93	36.04	36.18	36.63	35.79	35.87	36.22	36.49	36.14
3e »	33.54	33.29	33.56	33.81	32.93	32.57	32.70	32.73	33.14
Mois	31.84	31.76	31.86	32.27	31.54	31.49	31.82	32.02	31.83

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	−1.42	−1.39	−1.57	−0.93	−0.14	−0.25	−1.17	−1.64	−1.06
2e »	−4.56	−5.03	−6.06	−5.43	−3.81	−3.41	−3.98	−4.37	−4.58
3e »	−0.33	−0.32	−0.43	+0.28	+1.95	+1.45	+0.46	+0.44	+0.44
Mois	−2.05	−2.18	−2.61	−1.95	−0.58	−0.66	−1.50	−1.78	−1.67

Fraction de saturation en %.

1re décade	87	88	90	88	79	78	83	84	84
2e »	95	96	97	96	93	91	92	96	95
3e »	90	91	91	83	78	84	85	86	86
Mois	91	92	92	89	83	85	87	89	88

Dans ce mois l'air a été calme 285 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{70}{54} = 1.30$.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique		731.83
Nébulosité		9.7
Température	$\frac{7+1+9}{3}$	− 1°.63
	$\frac{7+1+2\times 9}{4}$	+ 1°.63
Fraction de saturation		88 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér..	(1836-1875).	727.37
Nébulosité..	(1847-1875).	7.9
Hauteur de pluie..	(1826-1875).	48mm.8
Nombre de jours de pluie.	(id.).	10
Température moyenne ...	(id.).	− 0°.08
Fraction de saturat.	(1849-1875)	86 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	26.4	24.9	17.1	14.6	39.1	21.4	7.8

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	12.8	15.1	12.8	12.4	16.4	20.8

Insolation à Jussy : 16h.0.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE JANVIER 1908

Le 1er, très fort vent et neige.

Les 3 et 8. très fort vent.

Les 9, 10 et 11, neige ; très fort vent le 11.

Du 26 au 31, forte bise : neige le 27 et le 28.

GRAND SAINT-BERNARD — JANVIER 1908

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm +							Vent				Nébulosité				Pluie	Neige
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max	7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Hauteur (24 h.)	Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	57.0	57.5	57.4	57.3	− 4.1	56.9	57.7	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	8	9	3.0	4
2	57.4	59.0	59.5	58.6	− 2.7	57.2	59.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	6	0	0	2	....	....
3	60.0	60.1	60.1	60.1	− 1.2	60.0	60.3	SW. 3	SW. 3	SW. 2	SW. 3	10	10	10	10	....	....
4	60.3	61.5	63.1	61.6	+ 0.3	60.1	63.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
5	64.8	65.7	66.3	65.6	+ 4.3	64.0	66.8	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
6	66.6	66.6	66.3	66.5	+ 5.2	66.0	66.9	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
7	64.9	63.3	60.5	62.9	+ 1.7	58.9	65.0	NE. 2	NE. 2	SW. 2	NE. 2	5	8	7	7	....	....
8	54.6	51.1	50.0	51.9	− 9.3	49.8	58.0	SW. 2	SW. 3	SW. 3	SW. 3	10	10	10	10	....	....
9	49.3	50.6	51.3	**50.4**	**−10.8**	**49.0**	52.0	SW. 2	NE 1	NE. 2	NE. 1	10	10	10	10	**12.0**	**11**
10	52.8	55.1	57.8	55.2	− 6.0	52.4	59.5	NE. 2	NE. 1	NE. 2	NE. 2	10	4	10	8	11.0	**11**
11	61.3	63.9	65.7	63.6	+ 2.5	61.0	66.0	NE. 1	SW. 2	SW. 3	SW. 2	0	0	0	0	2.7	2
12	66.3	66.9	67.8	67.0	+ 5.9	66.1	68.0	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	0	0	0	0	....	....
13	67.8	66.6	70.0	68.1	+ 7.0	66.4	70.2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
14	70.2	71.0	71.5	70.9	+ 9.9	70.0	71.7	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
15	71.2	71.0	71.0	71.0	+10.0	70.9	71.4	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
16	69.8	69.6	71.0	70.0	+ 9.0	69.1	71.3	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
17	69.6	71.0	71.7	70.8	+ 9.9	69.3	71.9	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	1	2	2	2	....	....
18	72.0	71.8	71.2	71.7	+10.8	70.8	72.1	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
19	70.2	69.5	69.0	69.6	+ 8.7	68.5	70.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
20	67.7	68.0	68.2	68.0	+ 7.1	67.5	68.7	SW. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	4	7	4	...	....
21	69.6	71.3	72.2	71.0	+ 9.1	69.3	**72.4**	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	0	0	0	0	....	....
22	71.8	71.7	71.8	**71.8**	**+11.0**	71.0	72.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	...	...
23	70.5	70.2	71.4	70.7	+ 9.9	70.0	71.6	NE. 1	NE 2	SW 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
24	70.8	71.5	72.1	71.5	+10.8	70.4	72.3	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
25	71.3	70.9	71.1	71.1	+10.4	70.6	71.5	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	0	0	0	0	....	....
26	71.1	71.0	70.6	70.9	+10.2	70.0	71.3	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	1	1	5	2	...	...
27	68.5	67.9	66.0	67.5	+ 6.9	65.5	69.0	NE. 3	NE. 3	NE. 3	NE. 3	7	10	10	9	4.5	4
28	63.8	62.2	57.9	61.1	+ 0.5	57.0	64.2	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 2	10	0	0	3	....	....
29	54.2	53.2	53.9	53.8	− 6.7	53.0	55.0	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	4	10	8	9.5	7
30	56.7	57.4	58.3	57.5	− 3.0	56.0	58.9	NE. 2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	10	5	0	5	....	...
31	58.8	58.7	58.7	58.7	− 1.8	58.5	59.1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	0	1	0	0	....	....
Mois	64.55	64.70	64.95	64.73	+ 4.24							3.3	2.6	2.9	2.9	42.7	39

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	−10.0	− 8.6	−10.0	− 9.5	− 0.9	−10.8	− 8.4	94	95	94	94	65	96
2	−11.7	− 9.8	−12.7	−11.4	− 2.7	−13.5	− 9.6	93	92	87	91	85	95
3	−13.2	−13.0	−14.2	−13.5	− 4.7	−16.0	−13.0	92	92	88	91	82	93
4	− 9.7	− 6.7	− 7.8	− 8.1	+ 0.6	−15.0	− 6.5	52	18	23	41	20	65
5	−11.2	−11.9	−10.4	−11.2	− 2.4	−13.4	− 9.0	47	58	42	49	32	60
6	−10.4	− 6.6	− 8.4	− 8.5	+ 0.3	−11.8	− 6.4	27	14	26	22	10	35
7	− 7.2	− 1.0	− 5.2	− 4.5	+ 4.3	− 8.8	− 0.8	38	68	72	59	35	84
8	− 8.7	− 8.4	−13.5	−10.2	− 1.4	−14.0	− 6.2	95	100	95	97	70	100
9	−11.8	− 9.4	−12.0	−11.1	− 2.2	−15.5	− 9.2	87	87	97	90	66	98
10	−12.2	−10.9	−14.6	−12.6	− 3.7	−15.4	−10.7	95	83	98	92	80	100
11	−16.1	−13.9	−15.4	**−15.1**	**− 6.2**	**−19.0**	−13.8	64	54	48	59	43	88
12	−14.9	−11.8	− 6.8	−11.2	− 2.3	−17.7	− 6.6	47	38	13	33	10	60
13	− 6.4	− 4.4	− 6.0	− 5.6	+ 3.3	− 9.0	− 2.8	15	9	11	**12**	8	43
14	− 2.9	0.0	− 2.0	− 1.6	+ 7.3	− 6.7	+ 0.7	7	12	30	16	**4**	35
15	− 3.8	− 0.4	− 3.7	− 2.6	+ 6.4	− 4.6	− 0.2	12	12	17	14	10	30
16	− 5.2	− 4.0	− 3.6	− 4.3	+ 4.7	− 7.4	− 1.7	18	37	45	33	12	51
17	− 2.2	+ 2.3	+ 0.3	+ 0.1	+ 9.2	− 4.6	+ 3.0	46	35	45	42	30	47
18	+ 0.4	2.6	− 1.6	**+ 0.5**	**+ 9.5**	− 1.8	**+ 3.2**	54	55	70	60	50	73
19	− 0.4	+ 0.5	− 2.8	− 0.9	+ 8.1	− 3.0	+ 1.0	60	62	70	64	55	78
20	− 3.4	− 2.4	− 4.0	− 3.3	+ 5.7	− 5.2	− 2.2	70	65	63	66	60	72
21	− 4.4	− 2.4	− 6.7	− 4.5	+ 4.6	− 6.9	− 2.2	65	67	84	72	63	89
22	− 5.6	− 1.3	− 1.9	− 2.9	+ 6.2	− 8.0	− 1.1	68	32	32	44	28	95
23	− 2.8	+ 1.0	− 5.0	− 2.3	+ 6.8	− 5.0	+ 1.2	35	36	50	41	30	55
24	− 2.4	+ 0.8	− 3.2	− 1.6	+ 7.5	− 5.8	+ 1.0	45	40	44	43	35	53
25	− 4.8	− 2.0	− 6.3	− 4.4	+ 4.7	− 6.8	− 1.8	43	43	50	45	42	54
26	− 6.6	− 4.0	− 6.2	− 5.6	+ 3.5	− 8.0	− 3.8	58	52	62	57	48	65
27	− 6.2	− 3.2	− 2.2	− 3.9	+ 5.2	− 8.0	− 2.0	95	100	100	**98**	90	100
28	− 4.4	− 4.6	− 6.0	− 5.0	+ 4.1	− 6.8	− 2.8	97	84	48	76	43	99
29	−10.2	−10.1	−13.8	−11.4	− 2.3	−14.8	− 9.8	87	80	85	84	74	88
30	−13.6	−12.2	−14.8	−13.5	− 4.4	−16.4	−12.0	88	88	85	87	47	90
31	−14.4	−12.6	−14.0	−13.7	− 4.6	−16.2	−12.4	34	33	36	31	22	83
Mois	− 7.63	− 5.43	− 7.56	− 6.87	+ 2.17	−10.19	− 4.67	59	57	58	58		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JANVIER 1908

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : – 0mm.22. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + / **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	58.77	59.05	59.23	59.01	72	74	72	72
2e »	68.61	68.93	69.71	69.07	39	38	41	39
3e »	66.10	66.00	65.82	65.97	65	60	61	62
Mois	64.55	64.70	64.95	64.73	59	57	58	58

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+9\times2}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	− 10.61	− 8.63	− 10.88	− 10.04	− 10.25
2e »	− 5.49	− 3.15	− 4.56	− 4.40	− 4.44
3e »	− 6.85	− 4.60	− 7.28	− 6.24	− 6.50
Mois	− 7.63	− 5.43	− 7.56	− 6.87	− 7.04

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{82}{62} = 1.32$.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	21.0	19.2	22.6	42.7
Neige en centimètres....	12cm	4cm	19cm	39cm

NOTICE COMPLÉMENTAIRE

SUR

L'ORIGINE DES NUANCES VERTES

DES EAUX DE LA NATURE

PAR

W. SPRING

J'ai montré il y a quelques années[1] que la disssolution de sels de calcium dans l'eau, en particulier celle du *sulfate* ou du *carbonate acide*, ne change en rien la couleur bleue, propre du liquide. L'origine des nuances vertes des eaux de la nature, ne doit donc pas être cherchée dans la présence des composés calciques, comme le fait M. d'Aufsess, dans son travail sur la coloration des lacs[2]. D'après mes expériences, les sels calciques blancs ne font virer au *vert* la couleur bleue de l'eau que s'ils forment une solution qui n'est pas *optiquement vide*. Alors, il y a diffraction de la lumière sur les fines particules suspendues dans le liquide et il se produit des tons jaunes ou bruns, plus ou moins foncés, suivant l'épaisseur du trouble, qui, par leur combinaison avec le bleu, engendrent diverses nuances de vert pour l'œil de l'observateur. Ce phénomène est

[1] *Archives des Sciences phys. et nat.*, 1905, t. XX, p. 101.

[2] *Ibid.*, 1904, t. XVII, p. 198.

évidemment indépendant de la couleur propre des sels dissous ainsi que de leur espèce chimique.

J'ai fait voir, en outre, que la présence des sels calciques dans l'eau, loin de modifier *le bleu* de l'eau, le protège, au contraire, contre les altérations provoquées par les substances colorées naturelles qui se rencontrent le plus fréquemment. Elle détermine, en effet, l'élimination continue des *combinaisons ferriques* et des *matières humiques* à la présence desquelles sont dues nécessairement les couleurs foncées, jaunes ou brunes, des eaux naturelles.

En résumé, à mon avis, les nuances qui diffèrent du bleu, auraient une double cause. D'une part elles seraient la conséquence de la présence de matières colorées par elles-mêmes et d'autre part elles seraient dues à la présence, dans l'eau, d'un trouble d'une finesse telle que la diffraction lumineuse se produit. On sait que celle-ci n'a lieu que si les dimensions des particules du trouble sont de l'ordre de grandeur des ondes lumineuses. Il est bien entendu que la puissance relative de ces deux causes sera en rapport avec les circonstances locales : si elles manquent toutes deux, ou si au moins elles se trouvent fortement atténuées, la couleur bleue de l'eau apparaîtra avec plus ou moins de pureté.

Bien que cette théorie, si simple, se trouve basée sur des observations et des expériences nombreuses, elle n'a pas eu la bonne fortune de rallier tous les savants. Ainsi, par exemple, le Dr F. E. Bourcart, dans son beau travail sur les lacs alpins suisses[1] re-

[1] Genève, chez Georg & Cie, 1906.

connait comme seule cause des *nuances vertes*, la présence dans l'eau, de substances colorées, jaunes ou brunes, principalement des *matières humiques*. Il attribue à une « erreur d'expérience » la conclusion que j'ai tirée de mes recherches au regard du rôle joué par les troubles de l'eau. Il objecte que le trouble des liquides que j'ai manipulés n'a pas rendu l'eau *verte* à la suite d'un phénomène de diffraction, mais simplement parcequ'il était formé de *matières organiques* qu'il assimile, gratuitement, je dois le dire, à des *matières humiques* quant à leur couleur. Son objection se base sur ce que j'aurais observé que le résidu blanc de l'évaporation de l'eau renfermait des matières organiques, puisque, pendant la calcination à laquelle je l'avais soumis, il a perdu pendant un instant, de sa blancheur. « C'est sans doute à ces dernières (aux matières « organiques), dit M. Bourcart, qu'il faut attribuer la « teinte verte des liqueurs mentionnées, d'autant plus « que l'auteur reconnait lui-même l'extrême puissance « colorante des matières humiques ».

Mon intention première avait été de montrer la méprise de M. Bourcart dès le moment où j'eus pris connaissance de son travail et d'empêcher, de la sorte, qu'une erreur ne s'accréditât ; mais j'ai cru cependant préférable d'examiner plus complètement la question et de contrôler, par des expériences nouvelles, la valeur de la proposition qui a suggéré, en somme, l'objection prérappelée.

On s'en souvient, lorsque Soret et Hagenbach eurent fait voir que la lumière des lacs est polarisée, on a attribué tous les phénomènes de coloration des eaux à la diffraction. La raison du bleu de l'eau était

ramenée à celle qui était admise alors pour le bleu du ciel. Les recherches que j'ai faites m'ont montré, alors. que l'on avait été trop loin et que la couleur bleue de l'eau, n'avait pas la diffraction pour origine ; celle-ci pouvait, tout au plus, donner des teintes jaunes ou brunes à la lumière transmise, teintes qui devaient coopérer avec celle des matières brunes naturelles à l'altération du bleu, voire à sa suppression.

Plus récemment, M. d'Aufsess a étudié spectrophotométriquement la couleur des lacs et il est arrivé à conclure « qu'on ne peut assimiler en aucun cas la couleur de l'eau à la couleur d'un milieu trouble[1] ». *La diffraction* est donc complètement remerciée et nous nous trouvons à l'opposite de l'explication première. J'ai tenu à m'assurer si, cette fois encore, on n'a pas trop versé dans l'absolu et si la vérité ne se trouve pas entre les solutions extrêmes. La réalisation des expériences projetées à ce propos, a tardé plus que je ne l'eusse voulu, pour des raisons étrangères à notre sujet et force me fût de remettre jusqu'à ce moment les observations que je désire présenter à M. Bourcart. en même temps que la relation des faits qui établissent que vraiment on ne peut dénier toute influence à la diffraction dans le phénomène de la coloration des eaux.

M. Bourcart s'est mépris quand il a pensé que les matières organiques dont j'ai signalé la présence, lors de la calcination des sels calciques retirés de l'eau à la suite de l'évaporation, se trouvaient dans le liquide *au moment de l'observation de la couleur des solutions*.

[1] *Archives* (loc. cit. p. 196).

J'avais formé des sels de calcium, au sein d'eau optiquement vide, à l'aide de chaux résultant de la calcination, dans le moment même, de spath d'Islande. Il ne pouvait donc être question alors de matières organiques; mais celles-ci se sont introduites dans l'eau après la constatation de la couleur, pendant les manipulations qui ont précédé et accompagné l'évaporation entreprise pour mettre à nu et pour reconnaître la nature du trouble de l'eau. On sait depuis longtemps qu'il n'est pas possible de transvaser de l'eau dans un air renfermant des matières organiques sans que celles-ci ne se trouvent en partie entraînées. Tyndall nous a déjà instruits à ce sujet. Les vestiges de matières organiques dont j'avais constaté la présence *après l'évaporation* qui a duré près d'une journée entière, sont un accident postérieur au moment de l'observation et par conséquent sans influence sur celle-ci. Au surplus il a été établi par mes expériences que le trouble ultramicroscopique de l'eau ne pouvait être formé que de silice.

Il y a plus. L'objection de M. Bourcart postule que la présence des matières organiques, dans l'eau, entraînerait toujours l'apparition d'une couleur brunâtre. Ceci est inexact. Une solution de *sucre blanc, même concentrée*, est d'un bleu plus accusé que l'eau pure [1]; il en est de même pour la plupart des corps organiques blancs. Seules, des substances de la nature des matières humiques sont en état d'altérer la couleur bleue de l'eau lorsqu'elles-mêmes se trouvent présen-

[1] Voir mes recherches sur la couleur de quelques corps organiques. *Archives des sc. phys. et nat.*, 1896, t. I, p. 434; t. II, p. 105, et 1908, t. XXV, p. 5.

tes en quantité infiniment petites. Il est évident qu'il ne s'agit de rien de semblable dans les matières organiques qu'un liquide peut enlever à l'air atmosphérique.

Je crois donc ne pas devoir m'arrêter plus longtemps devant l'objection de M. Bourcart et je passe à l'examen de la conclusion de M. d'Aufsess, rappelée ci-dessus.

Cette conclusion est tirée, en somme, de ce qu'il n'a pas été possible de constater, *un rapport simple entre le degré de trouble d'une eau et sa couleur*. Telle eau est bleue bien que moins limpide qu'une autre qui est verte ; en outre, les observations spectrophotométriques montrent que la courbe exprimant l'absorption de la lumière par les liquides troubles pour chaque région du spectre, n'est superposable à celle d'aucune eau naturelle.

Avant d'accepter la conclusion de M. d'Aufesess, il importe donc de s'assurer si les phénomènes de coloration, engendrés par la diffraction, sont en rapport simple avec l'état de trouble qu'on peut produire dans une eau. Si ce n'était pas le cas on devrait nécessairement envisager *la transparence* d'une eau comme un facteur indépendant, dans une certaine mesure, de la couleur, c'est-à-dire ne pas s'attendre à rencontrer toujours la couleur bleue dans les eaux les plus limpides et les nuances vertes dans les eaux troubles.

A cet effet, j'ai repris l'examen de la couleur de l'eau chargée d'un trouble ultramicroscopique et j'ai cherché les conditions dans lesquelles la lumière transmise donne le mieux les nuances verdâtres avec le bleu de l'eau.

Comme dans mes observations antérieures, j'ai opéré à l'aide de tubes de 6 mètres de long, placés parallèlement afin de faciliter les comparaisons.

L'un des tubes était rempli, à demeure, d'eau pure optiquement vide ; sa couleur était bleue et devait servir de *témoin*.

Pour m'assurer si les tons jaunes ou bruns dûs à la diffraction sont en relation avec la transparence de l'eau, j'ai rempli un autre tube d'eau additionnée de quelques centigrammes de *silice ultra fine*. Celle-ci avait été obtenue par la calcination de l'acide silicique précipité. Elle a été débarrassée de ses particules les plus grosses par *lévigation*. Je n'ai recueilli que les particules auxquelles il fallait près d'une demi-journée pour tomber, dans l'eau, d'une hauteur de deux centimètres.

Le trouble du liquide n'était pas visible dans les conditions ordinaires ; il a été néanmoins suffisant pour empêcher complètement le passage de la lumière par le tube de 6 mètres ; celui-ci paraissait donc contenir un liquide noir. Avec le temps, la silice suspendue dans l'eau se déposa peu à peu et la lumière put traverser le tube, mais les premières lueurs visibles n'ont été ni brunes, ni jaunes, ni même glauques ; elles ont été, dès l'abord, de la couleur bleue de l'eau, avec cette seule différence que l'intensité de la lumière était fortement diminuée.

Cette expérience montre que les tons brunâtres dus à la diffraction ne se produisent pas dans chaque trouble, alors même que celui-ci est de grande finesse; elle montre aussi que la couleur bleue peut s'observer

dans une eau troublée au point de compromettre la transparence.

En vue de m'assurer si l'espèce de trouble joue un rôle dans ce phénomène, j'ai répété cette expérience après avoir remplacé la silice par le trouble produit en mêlant une solution alcoolique de mastic avec de l'eau. Le titre de ce trouble était d'environ 3 centigr. de mastic par litre d'eau. A ce degré, l'eau a paru *opaque* dans le tube de 6 m.

Le repos, même prolongé, n'amenant aucun changement, j'ai dilué le liquide de plus en plus, à l'aide d'eau pure et j'ai examiné successivement chaque dilution.

Les premières lueurs qui ont pu passer par le tube ont paru d'un brun extrêmement sombre ; puis elles ont passé par des tons de plus en plus clairs, mais dans aucun cas, pas même à l'origine, il n'a apparu une nuance verte exempte de bleu. On a pu constater du *bleu verdâtre* ou du *vert bleuâtre*, mais jamais la nuance verte, pure, bien connue, de certains lacs.

J'ai varié les conditions de ces observations en ne mêlant plus le trouble de mastic avec l'eau pure, mais en superposant au tube contenant l'eau pure des couches de trouble de mastic d'épaisseurs de plus en plus faibles, correspondant aux titres précédents.

Les résultats ont été les mêmes.

Il semble résulter de ces dernières observations que le trouble de mastic n'est pas tout à fait dans les conditions optiques des troubles de silice. Si, comme celui-ci, le trouble de mastic assombrit surtout l'eau, il permet cependant à la diffraction de se faire et d'engendrer des tons en état de donner du *vert* avec le bleu de l'eau.

Il est possible qu'un trouble de mastic renferme des particules de deux ordres de grandeur, tandis que la silice que j'ai employée n'en renfermait que d'un ordre, ensuite de la lévigation à laquelle elle avait été soumise.

Pour vérifier l'influence de la grandeur des particules sur la diffraction, j'ai préparé des solutions *colloïdales* d'alumine et de silice, parfaitement privées de toutes particules visibles dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire paraissant tout à fait transparentes.

Ces solutions représentaient, certainement, des milieux troubles dont les particules étaient d'une ténuité extrême, mais cependant réelles, car on sait que ces solutions colloïdales sont loin d'être optiquement vides. Si on les éclaire au moyen d'un rayon de lumière intense, elles s'illuminent sur le passage de ce rayon en laissant voir une traînée estompée. L'homogénéité de celle-ci est une grande présomption en faveur de la *similitude* ou peut-être de l'*égalité* des particules en suspension. On peut donc s'attendre à des résultats plus simples.

La solution colloïdale d'alumine a été préparée en dissolvant de l'hydrate absolument exempt de composés ferriques dans du chlorure d'aluminium [1] et en soumettant ensuite la solution à la dialyse, comme Graham l'a fait connaître, jusqu'à disparition presque complète de la réaction du chlore. L'acide silicique a été pré-

[1] Pour me procurer le chlorure d'aluminium exempt de fer et ensuite l'hydrate d'aluminium, j'ai traité une solution concentrée de chlorure déjà pur, par un courant d'acide chlorhydrique gazeux. Le chlorure d'aluminium se précipite tandis que le chlorure de fer est soluble dans l'acide chlorhydrique.

paré de même, en soumettant à la dialyse une solution de silicate de sodium additionnée d'acide chlorhydrique. Cette préparation a duré près de deux mois.

Les solutions ont été finalement filtrées. Elles étaient absolument limpides à l'observation immédiate. La solution d'alumine titrait 1 gr. 37 par litre et la solution d'acide silicique 0 gr. 72.

Vidées dans les tubes de 6 m., ces solutions ont fait voir, l'une et l'autre, une couleur brun foncé, un peu rougeâtre. Le spectre de cette lumière était réduit à une lueur dans la région rouge : il y avait donc assombrissement général avec absorption complète des ondes courtes.

J'ai alors dilué de plus en plus les deux liquides à l'aide d'eau optiquement vide. A mesure des progrès de la dilution, ont apparu, cette fois avec netteté, les nuances *jaunâtres*, *jaunes vertes*, *vertes*, *vert-bleuâtres* et finalement les *nuances bleues* quand la dilution fut suffisamment grande.

Les spectres correspondant à ces diverses muances étaient de plus en plus lumineux et de plus en plus étendus vers la région des ondes courtes. Pour ces deux liquides, la transparence s'est donc montrée en relation simple avec les teintes vertes et bleues.

Conclusions.

Les observations précédentes font voir que les nuances vertes peuvent se produire, dans l'eau, à la suite de la diffraction de la lumière sur les particules en suspension dans le liquide, et cela en dehors de la présence de toute matière colorante, minérale ou organique.

Il est aussi exagéré d'attribuer l'origine des nuances vertes des eaux, exclusivement, à la présence de *matières humiques* ou de *composés ferriques*, que de la chercher dans la seule présence de *sels calciques*.

Il est établi, en outre, qu'il n'y a pas nécessairement de rapport simple entre la coloration due à la diffraction et le plus ou moins de transparence de l'eau.

Suivant la nature physique du trouble, l'opacité d'un liquide s'efface graduellement, sans que les couleurs dues à la diffraction apparaissent, ou bien la transparence parcourt, pour se rétablir, l'échelle des tons à grande longueur d'ondes.

Entre ces cas extrêmes qui ont été réalisés dans les expériences précédentes, on conçoit tous les intermédiaires possibles. Il n'est donc pas juste d'invoquer le défaut relatif de transparence de certaines eaux bleues naturelles, contre la théorie physique des nuances vertes ; il serait plus exact de dire que l'on observe dans les eaux naturelles précisément ce que les expériences de laboratoire nous ont montré et qu'il y a donc parallélisme complet entre l'enseignement des unes et des autres.

Liège, Institut de chimie, février 1908.

BIOLOGIE

DES CAPSULES MONOSPERMES

PAR

Augustin DE CANDOLLE

Remarques préliminaires

Si l'on peut affirmer que les fruits qui contiennent plusieurs graines sont en majorité capsulaires[1], on sait qu'il en est tout autrement des fruits monospermes. Ces derniers, en effet, sont le plus souvent indéhiscents. C'est alors le fruit lui-même qui se charge de la dissémination, et lorsqu'il est bien outillé à cet effet, on comprend que la déhiscence du péricarpe soit inutile et qu'elle puisse même être nuisible. Les fruits monospermes qui s'ouvrent à leur maturité et libèrent leur graine, bien qu'ils soient relativement rares, sont cependant assez nombreux pour qu'il nous ait paru intéressant de dresser la liste des principaux groupes où l'on en rencontre, afin d'essayer d'en indiquer ensuite, pour chaque cas particulier, l'utilité biologique. On admettra d'emblée que cette utilité serait

[1] Dans cet article, le terme *capsule* est appliqué à tous les fruits qui s'ouvrent par leurs propres moyens avant le commencement de la germination, quelle que soit la consistance de leur péricarpe.

nulle pour les capsules monospermes, si l'ouverture des fruits avait pour unique raison d'être d'assurer la distribution locale des graines, à seule fin d'empêcher qu'un plus ou moins grand nombre d'entre elles ne germent nécessairement sur un même point du sol. Mais si l'on songe aux autres conséquences de la déhiscence des fruits, on reconnaît facilement les avantages qui peuvent en résulter pour la propagation et la diffusion des espèces, même lorsque celles-ci n'ont que des fruits monospermes.

Lorsqu'un fruit demeure attaché à la plante mère longtemps après la complète maturité des graines qu'il renferme, il y a un intérêt évident à ce que celles-ci puissent s'échapper avant d'avoir perdu leur faculté germinative. Puis, dans les cas où le fruit n'est doué lui-même d'aucun moyen de transport, la dissémination au loin des graines sera plus ou moins efficace suivant que, au lieu de tomber passivement à terre, elles sont projetées au dehors au moment de l'ouverture du fruit, ou qu'elles sont elles-mêmes plus ou moins bien adaptées au transport à distance par les agents physiques tels que l'air, l'eau, etc., ou par les animaux.

On voit par ce qui précède que la déhiscence du fruit peut avoir un effet utile, soit à la multiplication rapide, soit à la diffusion de l'espèce, même lorsqu'il ne renferme qu'une seule graine. Elle peut également avoir une utilité biologique dans les cas, rares en somme, où le fruit s'ouvre avant la maturité des graines, celles-ci ayant peut-être besoin de séjourner à l'air libre pour achever leur développement[1]. Ajou-

[1] Voir A. P. de Candolle, Physiologie végétale, p. 615.

tons, enfin, le cas où le péricarpe serait tellement dur et imperméable qu'il s'opposerait à la germination.

Exposé des faits connus

Ceci dit, je vais passer en revue successivement les principaux groupes qui offrent des capsules monospermes, et rechercher dans quelle mesure celles-ci peuvent s'expliquer par l'une ou l'autre des considérations qui précèdent. Malheureusement, les plantes dont il s'agit étant pour la plupart exotiques, on doit, faute d'observations personnelles, s'en rapporter aux dires trop souvent incomplets d'observateurs dignes de foi. Tout d'abord, il ne saurait être question de fruits déhiscents chez les Gymnospermes, puisque leur péricarpe est plus ou moins ouvert dès son origine. Passant aux Angiospermes, l'on rencontre des capsules monospermes, soit chez les Monocotylédones, soit chez les Dicotylédones, dans chacune des familles dont l'énumération va suivre, sauf l'avant-dernière.

Graminées. On sait que, dans l'immense majorité. des Graminées, la graine demeure entourée, jusqu'au moment de la germination, d'un péricarpe membraneux qui ne doit jamais être un obstacle à la dissémination, soit que le fruit se détache seul à sa maturité, soit qu'il emporte avec lui une partie de l'axe de l'inflorescence. On comprend donc bien que la graine demeure incluse dans le fruit, comme c'est d'ailleurs la règle chez les Graminées. Mais il y a à cela quelques exceptions qu'il est bon de signaler à l'attention des biologistes.

Duval-Jouve[1] a décrit en détail ce qui se passe dans *Crypsis schœnoïdes* pendant la maturation du fruit. Il résulte des observations et des expériences de ce botaniste que, dans cette espèce, le péricarpe se gonfle dans l'eau pour s'ouvrir ensuite à la façon d'une coquille bivalve du côté opposé à l'embryon, et laisse sortir la graine latéralement, celle-ci demeurant d'abord attachée à la base par un funicule très court, très faible, et se brisant au moindre effort. Puis, à mesure que les épillets se contractent en séchant, la graine glisse vers le sommet des glumelles, où elle reste retenue par un enduit mucilagineux provenant du péricarpe. En sorte que les panicules sont entourées de graines lisses et arrondies qui simulent les œufs luisants de certains insectes. Il est probable que d'autres espèces du genre *Crypsis* ou *Heleochloa* se comportent de la même manière. Enfin, on a décrit un développement identique dans deux espèces du genre *Sporobolus*[2]. Malheureusement, les auteurs n'ayant pas suivi les graines dans la nature jusqu'au moment de leur germination, il est impossible de se prononcer sur le rôle biologique de ce qui constitue une curieuse anomalie chez les Graminées.

Centrolépidées. Les deux espèces du genre *Juncella*[3] sont de petites herbes aquatiques annuelles de l'Australie méridionale et de la Tasmanie, dont les fleurs mâles et femelles sont réunies en grand nombre en un

[1] *Bull. Soc. bot. de France*, XIII, p. 323.

[2] Voir, Duval-Jouve, *l. c.*, p. 324 et Nees, Gen. pl. flor. germ., fasc. XV (282).

[3] Voir, J. D. Hooker, Flora Tasmaniæ, p. 70 et pl. 130 *(sub nomine* Trithuria).

capitule. Le fruit qui résulte du développement de l'ovaire uniovulé est une petite capsule monosperme, le plus souvent trigone, et s'ouvrant complètement de bas en haut par deux ou trois panneaux. Comme il est articulé sur le pédicelle, ce fruit doit se détacher facilement. Dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut pas se rendre compte de l'utilité de sa déhiscence. Dans les *Brizula* et les *Aphlebia*, qui sont de très petites plantes terrestres, les fruits sont des utricules monospermes s'ouvrant par une fente longitudinale et dorsale, et disposés en épi distique. Leur déhiscence ne paraît pas avoir une utilité quelconque pour ces plantes. D'ailleurs, Hieronymus[1] a observé que la fente longitudinale est souvent trop petite pour laisser passer la graine qui demeure emprisonnée dans le péricarpe où elle finit par germer. Il y a plus. Dans certaines Centrolépidées annuelles[2], le fruit mûr est entouré par sa bractée, laquelle tombe en même temps que lui et peut alors servir d'appareil de dissémination, étant munie de poils au moyen desquels elle doit s'accrocher au pelage des animaux qui passent.

Marantacées. La tribu des Marantées compte toute une série d'espèces appartenant à plusieurs genres distincts, dont les fruits s'ouvrent, soit par deux ou trois valves *(Ischnosiphon, Pleiotachya, Saranthe, Stromanthe, Ctenanthe, Myrosma)*, soit par une fente longitudinale *(Monotagma)*. Ces fruits, qui sont secs et plus ou moins coriaces, renferment une seule graine elliptique ou oblongue et n'offrant rien de particulier,

[1] Beiträge zur Kenntnis der Centrolepidaceen, p. 79.

[2] Hieronymus, in Engler u. Prantl, Pflanzenfamilien, II, 4, p. 14.

sinon qu'elle est munie à sa base d'un arille en général peu apparent et qui, suivant Karl Schumann[1], provoquerait en se distendant la déhiscence du péricarpe. Cette hypothèse, assez plausible en soi, ne nous aide cependant pas à comprendre l'utilité biologique de la déhiscence. Plus intéressante à ce point de vue est l'hypothèse d'Eichler[2], suivant laquelle dans le genre *Ctenanthe*, dont le fruit ne s'ouvre que d'une façon incomplète au sommet, la graine serait projetée au dehors par l'élasticité des prolongements de l'arille fonctionnant comme un ressort. Dans le *Stromanthe Tonckat*, suivant Fritz Müller, ce rôle balistique de l'arille se réduit à bien peu de chose, puisque la graine reste prise entre les valves de la capsule jusqu'au moment où les oiseaux qui passent viennent la prendre pour l'emporter au loin. Cet auteur ajoute que le péricarpe, au lieu de tomber après le départ de la graine, se referme et se colore en rouge, en même temps que l'axe de l'inflorescence, afin de fonctionner comme appareil de réclame[3]. Quelque intéressantes qu'elles puissent être, les données que l'on possède sur la dissémination chez les Marantées sont encore trop fragmentaires pour qu'on puisse se prononcer définitivement sur l'utilité de la déhiscence dans ce groupe.

D'autre part, si l'on se place au point de vue de la phylogénie, il est vraisemblable d'admettre que ces

[1] Voir, Das Pflanzenreich, IV, 48. Marantaceæ, p. 16.

[2] Beiträge z. Morphologie u. Systematik der Marantaceen, p. 83.

[3] Voir plus loin, p. 248.

capsules monospermes, qui sont issues ontogénétiquement d'ovaires uniloculaires uniovulés *par avortement de deux autres loges*, descendent de capsules triloculaires loculicides et trispermes, analogues à celles qui caractérisent la tribu des Phryniées. Mais si la déhiscence était devenue inutile chez les Marantées, il serait étonnant que cette faculté se fût maintenue dans ce groupe pendant qu'il subissait d'autres modifications profondes dans son organisation carpologique.

MAGNOLIACÉES. Certaines Magnoliées[1] offrent habituellement des follicules monospermes. Mais cette monospermie résulte de l'avortement d'un ovule qui doit pouvoir se développer dans certaines circonstances. En outre, les fruits en question se composant d'un grand nombre de carpelles, séparés il est vrai les uns des autres, mais insérés sur un axe ligneux dont ils ne se détachent pas à leur maturité, la déhiscence des follicules se justifie abondamment, soit par la persistance de l'axe qui les porte, soit par le fait qu'ils ne sont pas indépendants les uns des autres au point de vue de la dissémination. Ces considérations suffisent pour expliquer la déhiscence de ces capsules monospermes, sans qu'il y ait besoin de s'appuyer sur d'autres arguments, comme celui qu'on a voulu tirer de l'arille charnu qui recouvre les graines, et qui attirerait d'autant mieux les oiseaux par sa vive couleur rouge que ces graines se balancent au bout d'un long fil élastique. Si l'on fait jouer ce rôle de réclame à l'arille, il faut alors expliquer pourquoi, dans la section *Aromadendrum*, où les carpelles sont indé-

[1] F. Hildebrand, Die Verbreitungsmittel der Pflanzen, p. 96.

hiscents, les graines sont néanmoins munies d'un arille coloré [1].

Lacistémacées. Cette famille ne comporte qu'un seul genre (*Lacistema*) et 16 espèces de l'Amérique tropicale. Ce sont des arbustes ou de petits arbres. Leurs fleurs réunies en faisceaux d'épis à l'aisselle des feuilles ont un ovaire libre uniloculaire, à trois placentas pariétaux portant chacun 1 ou 2 ovules. Chaque épi ne porte généralement qu'un petit nombre de fruits, d'abord un peu charnus, mais qui sont à leur maturité des capsules loculicides, parfois trigones. Par suite de l'avortement des autres ovules, le fruit ne contient qu'une seule graine portant un tégument superficiel charnu et blanchâtre. Les graines n'offrant aucune « adaptation » évidente au transport à distance, il serait actuellement prématuré, faute de renseignements, de hasarder une hypothèse quelconque sur le rôle biologique de la déhiscence des fruits des Lacistémacées.

Rutacées. D'après M. Engler [2], dans les groupes des Rutacées qui possèdent des carpelles peu concrescents, ceux-ci peuvent finir par se séparer complètement n'étant plus même retenus par le stile qui disparaît après l'anthèse. Les fruits partiels tombent alors à terre, ou, ce qui est le cas de beaucoup le plus fréquent, s'ouvrent pour laisser échapper les graines qu'ils renferment. Il arrive alors, dans la règle, que les graines sont projetées au dehors par l'élasticité de l'endocarpe. On s'explique ainsi pourquoi, lorsque les

[1] Blume, Fl. Javae, Magnol, p. 27.
[2] Die natürlichen Pflanzenfamilien, III, 4, p. 105.

carpides sont monospermes par avortement d'un ovule, comme dans les genres *Pilocarpus*, *Boronia*, *Eriostemon*, *Phebalium*, etc., il est peut-être avantageux pour la plante qu'ils ne perdent pas leur déhiscence. Les choses se passent autrement chez les *Xanthoxylum* et les *Fagara* qui ont des fruits partiels également déhiscents, mais où la graine reste suspendue en dehors de sa coque drupacée plus ou moins longtemps après l'ouverture de celle-ci. Peut-être ces graines ont-elles besoin de séjourner à l'air libre pour achever leur maturation ?

Connaracées. Cette famille, qui compte environ 150 espèces groupées en 16 genres, présente au point de vue de la fructification une ressemblance avec les Lacistémacées, puisqu'elle est caractérisée par le même affaiblissement de la fécondité. Dans la fleur, on rencontre le plus souvent cinq carpelles libres renfermant chacun deux ovules. Mais, par suite d'avortements successifs, il arrive le plus souvent, d'une part, qu'un seul des carpelles poursuit son développement en capsule, et de l'autre, qu'on ne voit presque jamais plus d'une graine par capsule. On obtient ainsi, comme terme du développement, une capsule monosperme déhiscente par la suture ventrale, rarement par le dos. Etant donné le nombre et la variété des espèces, répandues partout sous les tropiques, qui offrent ces particularités carpologiques, il ne suffit pas d'expliquer la déhiscence de leurs capsules monospermes par l'hypothèse d'une forme ancestrale mûrissant deux ovules [1]. C'est pourquoi on a cherché une solution biologique du

[1] Voir plus loin p. 245.

problème. On a cru la trouver dans le fait que la graine est munie d'un arille parfois très apparent (*Connarus*), ou bien qu'elle est elle-même colorée (*Cnestis*). Si l'on ajoute à cela que le fruit finit par se recourber en arrière de manière à faire saillir la graine au dehors, celle-ci demeurant en place longtemps après l'ouverture du fruit, on comprend qu'on [1] ait vu, là encore, des adaptations destinées à attirer les oiseaux qui se chargeraient de la dissémination. La chose est évidemment possible, mais l'on doit cependant faire quelques réserves.

Suivant M. Gilg lui-même, les fruits du genre *Cnestis* sont généralement pourvus d'un indument composé de poils longs serrés et raides, qui couvre souvent les deux faces de la capsule et ne fait jamais défaut à l'intérieur de celle-ci. Ces poils, qui sont parfois urticants, pourraient avoir pour effet d'éloigner les oiseaux qui viendraient s'emparer des graines. Ajoutons d'ailleurs que les arilles des Connaracées contiennent une forte proportion de tanin qui ne serait peut-être pas du goût de tous les oiseaux frugivores. Pour ces différentes raisons, et en l'absence d'observations précises, il est difficile de se prononcer sur le rôle qu'on attribue aux oiseaux dans la dissémination des Connaracées, et partant, sur l'utilité biologique de la déhiscence des capsules monospermes dans cette famille.

Légumineuses. Les genres *Spatholobus* et *Butea* possèdent des fruits remarquables. Ce sont des gousses dont toute la partie inférieure est vide et aplatie en

[1] Gilg, in Engl. u. Prantl, Pflanzenfam., III, 3, p. 63.

forme d'aile, une graine unique étant logée dans un compartiment au sommet. Or, les auteurs affirment que ce compartiment finit par s'ouvrir par deux valves. Si cela est bien exact, on en comprend d'autant moins la raison que la partie stérile de la gousse semble constituer un appareil d'aviation[1]. Plusieurs espèces de *Copaifera* ont des capsules bivalves, qui sont monospermes par avortement de plusieurs ovules, mais leur graine est revêtue d'un arille charnu et rouge vif, lequel peut fonctionner comme appareil de réclame pour les oiseaux. Enfin, dans le petit genre *Leptodesmia*, l'ovaire lui-même est uniovulé, et le petit fruit monosperme à péricarpe membraneux auquel il donne naissance s'ouvre largement par deux valves. Il y a vraisemblablement d'autres groupes encore de Légumineuses qui possèdent des capsules monospermes et dont il serait intéressant d'étudier sur place le mode de dissémination.

LORANTHACÉES. Le fruit des Loranthacées se présente le plus souvent sous l'apparence d'une baie monosperme. Celle-ci est presque toujours indéhiscente, de sorte que si le fruit était livré à lui-même, il tomberait à terre et la graine serait perdue. La dissémination des Loranthacées serait donc rendue à peu près impossible sans l'intervention des oiseaux, qui mangent la pulpe du fruit, après en avoir extrait la graine dont ils se débarrassent sur les branches des arbres, où elle adhère par la substance visqueuse qui l'entoure. Dans certaines espèces, le travail des oiseaux est facilité par le fait qu'il suffit d'une très légère pression pour faire

[1] Voir Ridley dans *Annals of Botany*, XIX, p. 356.

sortir la graine[1]. M. Reinaud de Fonverd a signalé, dès 1846[2], un cas d'expulsion de la graine hors du fruit par ses propres moyens chez *Arceutholobium Oxycedri*. Il en donne la description suivante : « Le fruit se détache de la plante à son articulation avec le pédoncule et se trouve ainsi ouvert circulairement, suivant la largeur du torus. Cette déhiscence a lieu avec élasticité : la semence est chassée avec force par l'ouverture qui en résulte, à l'aide du liquide dans lequel elle se trouve et qui sert à lui communiquer la pression des parois du péricarpe. Je l'ai vue jetée par ce mécanisme à plus d'un mètre au loin. » C'est à peu près identique à ce qui se passe dans le genre *Razoumofskya*, suivant les observations toutes récentes de M. Mac Dougal[3]. L'utilité de la déhiscence de ces fruits monospermes ne saurait être niée puisqu'elle les rend indépendants, à l'égard de la dissémination, de la visite des oiseaux.

Convolvulacées. Les fruits, dans cette famille, ne renferment jamais qu'un petit nombre de graines, bien qu'ils soient souvent capsulaires. Chez les *Neuropeltis*, ils ne contiennent qu'une seule graine ronde et glabre, l'ovaire ne mûrissant qu'un de ses quatre ovules, et ils s'ouvrent néanmoins par quatre valves[4]. Ce sont de petites capsules sphériques qui ont encore ceci de remarquable qu'elles se trouvent placées au milieu

[1] Voir Keeble, Observations on the Loranthaceae of Ceylon (*Trans. Linn. Soc. Lond.*, V, 1896, p. 96).

[2] *Ann. sc. nat. bot.*, 3, VI, p 130.

[3] Minnesota botanical studies, II, p. 169.

[4] Cependant, M. Hallier a signalé récemment (*Bulletin de l'herbier Boissier*, v. p. 374) une espèce africaine de *Neuropeltis* dont le fruit serait indéhiscent.

d'une grande bractée concrescente avec leur pédicelle. Peu apparente dans la fleur, mais se développant démesurément après l'anthèse de manière à atteindre jusqu'à 2 pouces de diamètre dans le fruit, cette bractée, délicatement membraneuse et de forme arrondie, semble être destinée à fonctionner comme appareil d'aviation. On aurait ainsi un fruit monosperme à la fois déhiscent et adapté au transport par le vent, bien qu'il doive être désavantageux pour un fruit anémochore de s'ouvrir, au risque de laisser échapper la graine qu'il contient, avant d'avoir pris son vol.

CHÉNOPODIACÉES. Toujours monosperme, le fruit des Chénopodiacées est régulièrement indéhiscent[1]. Mais les deux genres monotypes *Acroglochin* et *Hablitzia* font exception à cet égard. Leurs utricules s'ouvrent, en effet, par un couvercle, et l'on voit alors apparaître une petite graine noire luisante. Personne n'a tenté d'expliquer la déhiscence du fruit dans ces deux genres, mais c'est dans les *Hablitzia* qu'elle semble avoir le moins d'utilité, leurs fruits se prêtant dans une certaine mesure au transport par le vent, grâce au périgone persistant et étalé qui les entoure.

AMARANTACÉES. Si l'on excepte les Célosiées, le gynécée des Amarantacées est constitué par un ovaire uniloculaire et uniovulé. Le fruit qui en résulte est, pour la majorité des espèces, une sorte d'utricule indéhiscent surmonté du stile persistant. L'unique graine qu'il contient est noire, brillante, de forme lenticulaire et à surface nue, ou rarement munie d'un arille. Les

[1] Les *Beta* et les *Aphanisma*, qui ne s'ouvrent qu'au moment de la germination, ne sont pas proprement déhiscents.

cas ne sont pas rares cependant d'espèces dont les fruits s'ouvrent, soit de façon irrégulière comme certains *Amarantus* et *Acnida*, soit par une fente circulaire qui détermine la chute d'un opercule (*Chamissoa*, *Allmania*, etc.). L'utilité de cette déhiscence n'apparaît pas clairement ; aussi a-t-elle donné lieu à des hypothèses diverses. Hildebrand admet que les graines de *Chamissoa* et d'*Amarantus* se prêtent au transport par le vent et que, d'ailleurs, les fruits eux-mêmes ne se détachent pas de l'axe lorsqu'ils sont mûrs. Ce second argument peut avoir de l'importance, mais on peut alléguer à l'encontre de l'autre hypothèse, que le fruit entier entouré du périgone persistant se prêterait bien mieux que la graine isolée de celui-ci au transport par le vent. Pour Fritz Müller, la dissémination des *Chamissoa* est due à l'intervention des oiseaux qui sont attirés par l'arille blanc de neige et sucré qui entoure leurs graines noires et luisantes. Le même auteur ajoute, qu'au moment de la maturation des fruits, les inflorescences prennent une coloration rouge qui les rend visibles de loin [1].

MYRISTICACÉES [2]. Cette famille, qui compte plus de 200 espèces, est de beaucoup la plus importante au point de vue qui nous occupe. Son gynécée est caractérisé par un ovaire libre uniovulé, qui se transforme en un fruit monosperme dont le péricarpe, plus ou moins charnu ou ligneux, s'ouvre tôt ou tard par deux valves. La graine ainsi mise à jour est entourée d'un

[1] Voir plus loin, p. 248.

[2] Voir, O. Warburg, Monographie der Myristicaceen (*Nov. Act. Leop.* LXVII) et J.-M. Janse, De la déhiscence du fruit du muscadier (*Ann. Jard. Buitenz.* 2, I, p. 17).

arille charnu qui la recouvre plus ou moins complètement. De dimensions très variées suivant les espèces, et pouvant mesurer jusqu'à 2 $^1/_2$ cm. de large sur 5 cm. de long, elle a la forme ronde, elliptique ou ovale du fruit qui la contient. Les graines des Myristicacées ne possèdent pas d'appareils d'aviation ni de natation. En revanche, elles sont recherchées par certains oiseaux, attirés paraît-il par les couleurs vives de leur arille, et qui, suivant MM. Warburg et Janse, jouent un certain rôle dans leur dissémination. Toutefois, M. Warburg reconnaît que ce mode de dissémination ne doit pas être bien efficace, les noix étant trop délicates, et souvent trop grosses, pour être transportées à de grandes distances même par les plus grands oiseaux. Le même auteur[1] dit d'ailleurs qu'on ne trouve presque jamais un vrai muscadier dans la forêt, alors qu'il est cultivé depuis des siècles dans chaque village de l'archipel malais, en sorte que, tout au moins pour cette espèce, la dissémination par les oiseaux n'entre guère en ligne de compte. Ajoutons que, d'une façon générale, l'aire des espèces est très restreinte, ce qui résulte pour nous du fait que les fruits et les graines sont impropres au transport à distance, en sorte que leur diffusion ne se fait que de proche en proche. Baillon suppose que le macis de la muscade concourt à la dissémination en facilitant la déhiscence du fruit. Mais si le rôle de l'arille se réduit à cela, on ne voit pas bien son utilité, puisque tout au moins chez les *Myristica*, la graine abandonnée à elle-même finit par tomber passivement à terre, et que le péricarpe

[1] O. Warburg, *l. c.*, p. 81.

qui l'entoure, étant moins dur que le teste de la graine, ne saurait offrir une résistance sérieuse à la germination. De tout ce qui précède, il faut conclure que l'utilité biologique de la déhiscence du fruit chez les Myristicacées est pour le moins douteuse. On peut d'ailleurs se demander si cette déhiscence n'a pas des inconvénients pour certaines espèces, puisque les noix de *Myristica fragrans* perdent leur faculté germinative après avoir été exposées à l'air pendant peu de jours et que, d'autre part, on obtient de très bons résultats en semant des fruits entiers encore malmûrs au point que l'arille n'a pas encore pris sa coloration rouge[1]. Il pourrait donc y avoir intérêt à ce que le fruit tombât à terre avant de s'ouvrir.

PLOMBAGINÉES. Le fruit des Plombaginées est réellement un achaine entouré par le calice persistant et par la corolle flétrie. Il est souvent décrit comme déhiscent, soit irrégulièrement, soit par fentes longitudinales correspondant avec les lignes de soudure des carpelles, soit enfin, notamment dans le genre *Statice*, par une sorte d'opercule qui se forme à la base des stiles. Je crois que M. Maury[2] a raison d'admettre que la déhiscence des fruits des Plombaginées se fait seulement au moment de la germination. Le péricarpe se rompt à ce moment, sous la pression de la graine qui se gonfle, et sur les points qui offrent le moins de résistance.

EUPHORBIACÉES. Les deux petits genres australiens *Pseudanthus* et *Stachystemon* ont, paraît-il, des fruits

[1] O. Warburg, Die Muskatnuss, p. 403.
[2] *Ann. sc. nat. bot.* 7. IV, p. 79.

capsulaires monospermes par avortement de plusieurs loges et de tous les ovules sauf un seul. D'un autre côté, dans le genre *Eremocarpus* de l'Amérique du Nord, l'ovaire est uniloculaire uniovulé et le fruit qui en résulte est une capsule monosperme s'ouvrant par deux valves. On ne peut rien affirmer actuellement, faute de renseignements, sur le rôle de la déhiscence dans ces trois genres.

Conclusions

Il résulte de l'exposé des faits, que l'on rencontre des espèces à capsules monospermes dans 14 familles au moins des Angiospermes. Elles constituent parfois des anomalies dans le groupe auquel elles appartiennent, qu'il s'agisse de familles généralement caractérisées par des fruits monospermes indéhiscents (Graminées, Chénopodiacées, Loranthacées) ou au contraire, par des fruits polyspermes (Euphorbiacées, Légumineuses, Convolvulacées). Ailleurs, comme chez les Rutacées et les Marantacées, elles constituent des groupes d'une certaine importance par le nombre et la variété des types qu'ils comprennent. Elles jouent un rôle prépondérant chez les Lacistémacées et les Connaracées. Enfin, dans les Myristicacées, elles se présentent seules à l'exclusion de tout autre mode de fructification.

On peut grouper tous les cas connus de plantes à capsules monospermes en deux catégories suivant que leur monospermie est nécessaire ou accidentelle. Elle est nécessaire lorsque le fruit monosperme dérive d'un ovaire uniovulé. Elle est accidentelle lorsqu'elle résulte

de l'avortement d'un ou de plusieurs ovules contenus dans l'ovaire. Il est évident que ces deux catégories ne sont pas absolument comparables au point de vue biologique, attendu que, pour la seconde, on peut supposer que, dans certaines circonstances exceptionnellement favorables à la fructification, les capsules mûrissent plusieurs graines au lieu d'une seule. Ne pourrait-on pas, d'ailleurs, admettre que certaines de ces plantes ont eu anciennement des capsules polyspermes et que celles-ci ne sont devenues monospermes qu'à la suite d'un changement dans les conditions ambiantes ? Il serait intéressant, à ce point de vue, de rechercher si l'on n'arriverait pas à faire porter expérimentalement à des *Lacistema*, par exemple, des capsules polyspermes.

J'ai déjà fait allusion, à propos des Marantées, à l'argument tiré de l'évolution et qui consiste à expliquer les capsules monospermes en les faisant descendre de capsules polyspermes. Cet argument a l'avantage, ou l'inconvénient, d'être incontrôlable, et par conséquent aussi difficile à réfuter qu'impossible à prouver. On peut cependant faire remarquer que dans plusieurs groupes (Myristicacées, Chénopodiacées, Graminées) qui ne possèdent normalement rien que des fruits monospermes, on n'a aucune raison sérieuse à faire valoir en faveur d'une telle hypothèse, et que, même dans le cas contraire, on pourrait toujours se demander pourquoi, en devenant monospermes au cours de l'évolution, ces fruits n'ont pas perdu en même temps une faculté devenue inutile.

Quant aux explications biologiques de la déhiscence des capsules monospermes, les données dont on dis-

pose sont malheureusement très incomplètes, mais elles permettent néanmoins d'affirmer que, pour certains groupes, la déhiscence répond à un avantage certain ou probable, tandis que pour d'autres elle paraît n'avoir aucune utilité réelle. En ce qui concerne les premiers, on sait que la déhiscence peut être utile, soit à la maturation, soit à la dissémination des graines. Bien qu'on n'ait pas de données positives sur les avantages qu'elle peut avoir au point de vue de la maturation, il est néanmoins possible que ces avantages existent lorsque les fruits s'ouvrent longtemps avant la maturité des graines, ou lorsque celles-ci restent suspendues pendant un certain temps en dehors du fruit, comme cela se voit dans les Magnoliées, les Xanthoxylées et les Macaranga.

Les conséquences de la déhiscence par rapport à la dissémination peuvent être plus ou moins importantes, suivant que la graine ne fait que tomber passivement à terre, ou qu'elle est projetée par une action balistique au moment de l'ouverture du fruit, ou encore qu'elle est adaptée au transport à distance par les agents physiques ou par les animaux. Les Loranthacées offrent des exemples typiques de cette action balistique exercée sur la graine au moment de la déhiscence du péricarpe. Il en est de même dans certaines Rutacées. D'autre part, il est intéressant de constater qu'on n'a pas signalé, dans les capsules monospermes, un seul cas de graine manifestement adaptée au transport par les agents physiques, ni de graine munie de poils ou de crochets lui permettant de se fixer au pelage des animaux. En revanche, les cas sont nombreux (Connaracées, Chamissoa, Myristicacées, etc.), où l'on

a fait intervenir les oiseaux carpophages comme agents de dissémination. Sans vouloir nier le rôle des oiseaux dans la dissémination, il convient de se prémunir contre les exagérations à cet égard et de se garder des hypothèses qui ne reposent pas sur des observations à la fois précises et suffisamment complètes. Il n'est pas douteux, en effet, que certains oiseaux transportent des noix de Myristicacées, malgré leur grosseur et leur poids, mais il ne semble pas prouvé qu'il en résulte un avantage réel pour la dispersion des espèces. La déhiscence du fruit dans cette importante famille serait donc d'une utilité très contestable. Dans d'autres cas, on peut avancer que la déhiscence du péricarpe est absolument inutile, peut-être même nuisible. Tels sont les *Neuropeltis* d'Asie et *Hablitzia tamnoïdes*, ainsi que certains *Spatholobus* et *Butea*. En effet, les fruits de toutes ces plantes étant adaptés au transport par le vent, ce serait un inconvénient pour eux si leur graine risquait de s'échapper avant qu'ils se soient détachés de leur pédoncule. On peut encore avoir des doutes sur l'utilité biologique de la déhiscence dans d'autres groupes (Lacistémacées, Graminées, Centrolépidées), au sujet desquels il est impossible de se prononcer actuellement faute de renseignements suffisants.

D'une façon générale, il est évident que les organes des plantes les mieux adaptées à leur milieu peuvent offrir des particularités indifférentes, dont elles pourraient être privées sans aucun inconvénient pour elles. Il était bon de réagir à ce propos, comme l'ont fait récemment plusieurs botanistes[1], contre les exagéra-

[1] F. A. F. C. Went, Ueber Zwecklosigkeit in der lebenden Natur (*Biol. Centralbl.* XXVII, 9). — M. Treub, Notice sur l'effet

tions de ceux qui, se plaçant à un point de vue téléologique, voient partout, et jusque dans des détails insignifiants, des « adaptations » utiles aux organismes. C'est ainsi qu'on a certainement exagéré l'importance biologique de la coloration de certains organes[1]. En ce qui concerne les fruits en particulier, il serait facile de multiplier les exemples de fruits et de graines anémochores[2] qui sont plus ou moins colorés pendant leur maturation, bien que cela ne leur serve à rien puisqu'ils sont adaptés au transport par le vent. Leur coloration est due sans doute à des causes de même ordre que celles qui font prendre aux feuilles leurs teintes d'automne, dont personne jusqu'ici, croyons-nous, n'a tenté de donner une explication biologique. Il faut donc attendre des observations certaines avant de conclure, en présence d'un fruit ou d'une graine colorée, à la dissémination par les animaux.

protecteur assigné à l'acide cyanhydrique des plantes (*Ann. jard. Buitenz*, 2, VI, p. 107). — F. Hildebrand, Ueber Aehnlichkeiten im Pflanzenreich. Leipzig 1902. — Le même, dans *Ber. d. deutsch. bot. Ges.* XXIII, p. 367.

[1] Möbius, Ueber nutzlose Eigenschaften und das Prinzip der Schönheit. *Ber. d. deutsch. bot. Ges.* XXIV, p. 5. — Hildebrand, *l. c.*, p, 67.

[2] C'est le cas des fruits de certains *Rumex* et de plusieurs *Acer*, ainsi que d'un grand nombre de Diptérocarpacées. M. Hildebrand (*l. c.*, p. 65) mentionne les graines colorées et anémochores de *Penthorum sedoides*.

ÉTUDE COMPARATIVE
DU PHYTOPLANCTON

DES

LACS DE L'ÉCOSSE ET DE LA SUISSE

PAR

Hans BACHMANN

professeur à Lucerne

Introduction

L'Ecosse, par la richesse de ses lacs, se prête mieux qu'aucun autre pays à l'étude du plancton sous ses aspects les plus différents. Depuis plusieurs années, sous la direction de Sir John Murray et Laurence Pullar, une vaste étude orographique et physique des lacs a été entreprise et signalée dans les publications suivantes : « *Bathymetrical Survey of the Fresh-Water Lochs of Scotland.* Under the direction of Sir John Murray and Laurence Pullar », dont il a paru douze livraisons jusqu'à la fin de 1905.

C'est avec plaisir que j'acceptai en août 1905 une invitation de Sir John Murray et que je visitai, accompagné de son aimable assistant, James Murray, les lacs des Highlands qu'avait visités en 1904 le Dr Wesen-

berg-Lund et sur lesquels ce planctologue danois avait fait un travail intitulé : « A comparative Study of Lakes of Scotland and Denmark ». En 1907, je communiquai aux *Archives de l'Hydrobiologie* les résultats de mes recherches et je vais essayer de les redonner ici sous une forme plus réduite.

I. Généralités sur les lacs étudiés

Mon champ d'observation comprend les Lowlands et les Highlands. La plaine écossaise n'est pas un pays entièrement plat, elle est coupée de collines qui ont, comme par exemple Artus Seat 247 m. de haut et le Lomond, près de Fife, au pied duquel est situé à l'ouest le Loch Leven, 522 m. J'ai visité dans les Lowlands les lacs suivants : 1. Loch Duddingston. Petit étang au sud des galeries de basalte et des mines de charbon d'Arthur Seat. 2. Loch Leven. Situé à 106 m. au-dessus du niveau de la mer. Sa plus grande longueur est de 5,873 km., sa plus grande largeur de 4,183 km., sa profondeur maximale de 23,1 m. et sa surface de 13,827 km².

Je dirigeai plus spécialement mon attention sur les lacs des Highlands en visitant dans cette région :

1. *Loch Earn.* Ce lac, de forme allongée, s'étend comme un long bassin dans la direction est-ouest sur une longueur de 10,396 km., une largeur maximale de 1,287 km. seulement et une profondeur de 87,5 m. Ce lac offre un sujet parfait pour l'étude des seiches dont le professeur Chrystall a fait une profonde étude.

Nous trouvâmes le plus excellent accueil dans la station d'étrangers de St-Fillans.

2. *Loch Lomond.* Au retour, nous visitâmes aussi au sud-ouest du Loch Earn le Loch Lomond, bassin dont la longueur (32,5 km.) s'étend dans la direction nord-sud et qui atteint une largeur maximale de 11 km. Par son étendue, ce lac riche en îles, le plus joli de l'Ecosse, peut être comparé à celui de Neuchâtel. Sa profondeur atteint 235 m., il dépasse donc de 82 m. la profondeur maximale du lac de Neuchâtel. A 3 km. à peine du Loch Lomond aboutit un lac salé : le Loch Long.

3. *Lacs de la fosse calédonienne.* Je vouai spécialement mon attention aux bassins étendus, situés dans le Great Glen, et réunis par le canal calédonien. Ce sont, du sud-ouest au nord-est :

a) Loch Lochy, 28 m. au-dessus de la mer, a une longueur de 16 km. qui se rapproche de celle du lac de Thoune, et une largeur maximale d'à peine 2 km. Sa profondeur de 150 m., est passablement au-dessous du niveau de la mer.

b) Loch Oich. 32 m. au-dessus de la mer. Sa surface atteint la ligne de partage des eaux entre le bras de mer occidental du Loch Linnhe et le Moray Firth oriental. Il nous rappelle par sa longueur de 6 km. le lac Baldegg.

c) Loch Ness. Situé seulement à 15,6 m. au-dessous de la mer, ce bassin a une largeur maximale de 2,8 km., une longueur de 36,2 km. et une profondeur de 246,07 m. Les deux rives de ce lac sont bordées de collines qui, rapprochées les unes des autres et rongées par les flots, donnent au paysage un caractère original. Là se trouvent aussi des moraines à l'aspect sauvage et nu, d'épaisses forêts de pins qui se

mirent dans l'eau et des taches de bruyères qui éclairent de leurs touffes brillantes le sombre paysage. A côté d'une luxuriante petite forêt vierge, on trouve la plaine aride entourée de collines et de montagnes façonnées par le glacier, le tout formant une contrée solitaire et inhabitée. Il est certain que lorsque du haut d'une plateforme de rochers on contemple ces lacs étendus, on pourrait se croire quelques milliers d'années en arrière dans l'histoire de la terre.

4. *Loch Uanagan.* D'une longueur de 0,8 km. et d'une profondeur de 13 m., cet étang est situé à une demi-heure au sud du fort Augustus. Il s'écoule dans le Loch Ness. Comme le Loch Duddingston, ce petit lac montre de manière admirable le sol qui avance, mettant ainsi un terme à l'existence des deux jolis lacs.

5. *Loch Morar.* Situé seulement à 9,3 m. au-dessus de la mer, long de 18,795 km. avec une largeur maximale de 2,57 km., ce lac orienté de l'est à l'ouest et dont la pointe ouest est ornée d'îles, se trouve à un kilomètre de la mer. Sa profondeur de 310 m. est semblable à celle du lac de Genève. Couvertes d'impénétrables forêts vierges, ces îles donnent à ce lac solitaire un ravissant aspect.

Malheureusement le mauvais temps raccourcit notre promenade, nous fûmes forcés d'aborder dans la partie tranquille au nord-ouest.

Si l'on veut comparer la population de deux contrées différentes, il faut tout d'abord prendre en considération les conditions d'existence dans lesquelles sont placés les organismes que l'on se propose d'étudier. Une comparaison des températures nous montre la grande différence dans les variations de tempéra-

ture du climat des lacs écossais et de celui des lacs suisses situés dans l'Europe centrale. Nous trouvons là-bas une lente augmentation de température à partir de janvier, le mois d'hiver le plus froid, jusqu'au milieu de juillet, le plus chaud. Il est rare qu'il y ait une différence de 3° entre les moyennes de ces deux mois. C'est pour cela que, malgré la température relativement élevée de janvier, le printemps reste froid. D'après les observations faites en Suisse, sur les montagnes, le thermomètre se comporte différemment. Bien que là la température soit au milieu de janvier de plus de 4° inférieure à celle de l'Ecosse, elle atteint déjà en mai la température moyenne de juin en Ecosse. Ici comme là-bas, juillet est le mois le plus chaud, mais en Suisse la température est au milieu du mois de 4° plus élevée qu'en Ecosse.

Cependant, par suite de l'affaiblissement rapide dans les stations suisses, les températures d'octobre sont les mêmes dans les deux pays. L'automne est relativement plus froid en Suisse qu'en Ecosse. Quant à la température des lacs, au point de vue des conditions de température auxquelles sont soumis les organismes y vivant, ce n'est pas seulement la moyenne du mois qui est importante, mais encore la différence entre la moyenne la plus faible et la plus forte du mois et particulièrement la hauteur de la température en hiver.

En ce qui concerne cette dernière, la moyenne de décembre et janvier est pour toutes les stations suisses, à l'exception des lacs de Lugano et de Genève, au-dessous de zéro. Sils Maria, comme exemple d'un lieu situé sur les bords d'un lac de montagne, montre des températures étrangères à l'Ecosse. Les différences

de température de janvier à juillet sont beaucoup moindres en Ecosse qu'en Suisse. En voici quelques-unes :

Culloden . . .	11°3	Zurich	19°0
Inverness. . .	10°9	Neuchâtel . .	19°8
Fife et Kuiross	11°8	Lucerne . . .	19°6
Edimbourg . .	11°6	Sils Maria . .	19°3
		Lugano. . . .	20°2
		Vallée du lac de Genève.	18°1

La température des lacs prend évidemment part à ces oscillations. De la comparaison des climats résulte pour nos observations que les lacs des montagnes suisses se trouvent dans des conditions climatériques très différentes et que les lacs suisses de bordure se trouvent dans des conditions encore plus différentes. Le soleil luit pendant le maximum d'heures durant les mois de juillet et août en Suisse, de mai et juin en Ecosse, tandis que pour les deux pays il manque en novembre, décembre et janvier.

Voici quelques observations sur la précipitation : la partie orientale de la région des lacs écossais dont nous nous occuperons pour notre comparaison, reçoit annuellement plus de pluie que la Suisse ; au centre des montagnes, les quantités correspondent à la plupart des données suisses tandis que le littoral de l'Ecosse ne reçoit que peu de pluie. En Ecosse, la précipitation atteint son maximum pendant les mois d'hiver : novembre, décembre, janvier et février ; en Suisse, elle atteint à cette époque son minimum. En mars, avril et mai, les pluies cessent en Ecosse, elles augmentent en Suisse pour atteindre leur maximum en juin, tandis

que celui-ci manque pour la plupart des lacs écossais pendant les mois d'hiver, décembre ou janvier.

Les facteurs climatériques dont nous venons de parler n'ont qu'un intérêt indirect pour le plancton des lacs. Il serait beaucoup plus important de pouvoir comparer les températures et les conditions chimiques des lacs. Malheureusement, les observations de température durant plusieurs années ou même pendant une année manquent pour les lacs écossais. Nous sommes cependant autorisés à tirer des notes incomplètes la conclusion suivante : comme la moyenne mensuelle la plus forte n'est en Suisse que de 4° plus élevée qu'en Ecosse, le maximum de température de la surface des lacs suisses est sensiblement plus élevé que celui des lacs écossais. Par suite de la haute température de l'atmosphère en hiver, la température de la profondeur des lacs écossais est semblable ou même plus élevée que la température de la profondeur des lacs suisses les plus chauds. Les lacs écossais ne gèlent jamais. Comme on le sait, Forel divise les lacs en : 1. Lacs tropicaux. La température du fond est de 4° C. ou plus, toute l'année. La stratification du lac est toujours directe, c'est-à-dire la température de la surface dépasse toujours 4° C. Comme lac tropical profond, Forel nomme le lac de Genève. A ce groupe appartiennent également d'autres lacs plus grands, mais aussi la plupart des petits lacs écossais. 2. Lacs tempérés. Les températures du fond sont au-dessus ou au-dessous de 4° C. La stratification est directe ou renversée (indirecte), c'est-à-dire que les couches superficielles sont dans ce cas plus froides que les couches d'eau les plus profondes. Chaque fois qu'une couche

passe sur l'autre, cela donne lieu à un courant d'eau rapide et vertical. De nombreux lacs suisses appartiennent au type de lacs tempérés ; ceux-ci sont rares en Ecosse. Il est possible que le lac Rannoch sus-mentionné soit un de ces lacs tempérés. 3. Lacs polaires. Les températures du fond ne dépassent jamais 4° C. La stratification est toujours inverse. Peut-être quelques lacs suisses des hautes Alpes appartiennent-ils à ce groupe. L'Ecosse n'en possède aucun de ce genre.

II. Liste du phytoplancton trouvé dans les lacs explorés

Loch Duddingston

Ce joli petit lac se comble peu à peu. Une phragmitée étendue orne ses rives. *Potamogeton*, *Myriophyllum* et *Hippuris* forment des prairies touffues et *Elodea canadensis* sème ses petites fleurs sur les eaux vertes de ce lac. Malgré des conditions qui semblent favorables, le phytoplancton y est particulièrement pauvre, ses formes types, même le *Botryococcus Braunii* manquent.

d = dominant *pr = pas rare* *fr = fréquent* *i = isolé*	Loven	Lomond	Earn	Lochy	Oich	Ness	Uanagan	Morar
Cryptomonas ovata	*pr*	...	*pr*	...	*fr*	...	*fr*	...
Dinobryon cylindricum	...	...	...	...	...	*i*	...	*i*
— *divergens*	...	*fr*	...	*pr*	*fr*	*i*	...	...
— *stipitatum*	*i*	...	...	...	*pr*	...	*fr*	...
— — v. *elongatum*	...	...	...	*pr*	*pr*	...	...	...
— *caliciformis*	...	...	*pr*	...	...	...	...	...
Hyalobryon Lauterborni	...	*fr*	*pr*	...	...	...	...	...
Mallomonas acaroïdes	...	...	...	...	...	*i*	...	...
— *producta*	...	*pr*	*pr*	*i*	*pr*	...	...	...
Synura uvella	...	...	...	...	...	...	*i*	...
Uroglena volvox	...	...	...	...	...	...	*d*	...
Peridinium cinctum	*i*	*i*	...	...	...	*i*	...	...
— *Westii*	*i*	...	...	...	...	...	...	...
— *tabulatum*	...	...	...	...	...	*i*	...	...
Ceratium hirundinella	*fr*	*d*	*fr*	*fr*	*d*	*i*	*fr*	*i*
— *cornutum*	...	...	...	...	...	...	*pr*	...
Oscillatoria irrigua	*d*	...	...	...	...	...	...	...
— *tenuis*	...	...	...	...	*i*	...	...	*pr*
Anabæna Lemmermannii	...	...	...	*d*	*d*	*i*	*fr*	...
— *flosaquæ*	*fr*	...	...	...	...	...	...	...
— *spiroides*	...	...	*fr*	...	...	...	...	...
Cœlosphærium Knetzingianum	*fr*	*fr*	*fr*	*i*	...	*i*	*fr*	*i*
Clathrocystis æruginosa	*pr*	...	...	...	...	...	...	...
Chroococcus limneticus	*pr*	...	*i*	...	...	*i*	...	...
— *minutus*	...	...	...	...	...	...	...	...
— *turgidus*	...	...	...	...	...	...	...	*pr*
Merismopedium elegans	*i*	...	...	...	...	...	...	...
Gomphosphæria Nægeliana	...	*d*	*d*	*fr*	*i*	*i*	...	...
— *lacustris*	*fr*	...	*i*	...	...	...	*i*	...
— *apponina*	...	...	...	...	...	...	*i*	...
Microcystis flos aquæ	...	...	...	...	*i*	...	...	*i*
Asterionella gracillima	*d*	*pr*	*fr*	*fr*	*pr*	*pr*	*d*	*i*
Cymatopleura elliptica	*pr*	...	...	...	...	...	...	...
Stephanodiscus astræa	*i*	...	...	...	...	...	...	...
Melosira granulata	*i*	...	...	*i*	...	...	...	...
Fragilaria	*i*	...	...	...	...	...	...	...
Synedra acus	...	...	*pr*	...	...	*i*	...	*i*
— *ulna*	...	...	...	...	...	...	...	...
— *delicatissima*	*i*	...	...	...	...	...	...	...
Surirella biseriata	*i*	...	...	...	...	...	...	...
Tabellaria flocculosa	...	*pr*	*fr*	*fr*	*pr*	*pr*	...	*pr*
— *fenestrata*	...	*fr*	*fr*	*pr*	*i*	...	*i*	*pr*
— — var. *asterio-*	...	...	...	...	...	...	...	...
nelloïdes	...	*fr*	...	*fr*	*i*	*pr*	*i*	...
Rhizosolenia eriensis v. *morsa*	...	...	*pr*	*fr*	*pr*	*pr*	...	*pr*
Cyclotella comta	...	...	*i*	*i*	*i*	*pr*	*fr*	...

d = *dominant* *pr* = *pas rare* *fr* = *fréquent* *i* = *isolé*	Leven	Lomond	Earn	Lochy	Oich	Ness	Hanagan	Morar
Cyclotella melosiroïdes	...	*i*	...	...	...	...	...	...
— *quadrijuncta*	...	...	...	...	...	...	*i*	...
Oocystella natans	*fr*	...	...	...	...	...	...	...
Cœlastrum microporum	*fr*	...	...	...	...	...	...	...
Botryococcus Braunii	*fr*	*fr*	*fr*	*i*	*i*	*pr*	*fr*	*i*
Dictyosphærium pulchellum	*pr*	*pr*	...	*fr*	*i*	*i*	...	...
Sphærocystis Schrœteri	*pr*	*pr*	*pr*	*i*	*i*	*i*	...	...
Eudorina elegans	*i*	...	...	...	*i*	...	*pr*	...
Pandorina morum	*i*	...	...	...	...	...	...	...
Pediastrum Boryanum	*i*	...	*i*	*i*	...	...	...	...
— — v. *genuinum*	*i*	...	...	...	...	...	...	...
Scenedesmus caudatus	*i*	...	...	...	...	...	...	...
Raphidium Braunii v. *lacustre*	*i*	...	...	*i*	*i*	*i*	*pr*	..
Nephrocytium Aghardianum	...	...	...	*i*	...	*i*	...	...
— *lunatum*	...	...	...	...	...	*i*	...	*fr*
Gonium pectorale	...	...	...	...	...	...	...	...
Chlamydomonas inhærens	...	...	*fr*	*d*	*d*	...	...	...
— *stipitata*	...	...	*pr*	...	...	...	...	...
Richteriella bothryoïdes	...	...	...	...	...	...	*i*	...
Cosmarium botrytis	*fr*	...	*fr*	...	...	*i*	*pr*	...
— *contractum*	...	...	...	...	...	*i*	...	...
Sphærozosma granulatum	...	...	*i*	*i*	...	...	*i*	*i*
Cosmocladium saxonicum	*i*	...	*fr*	...	...	...	...	...
Spondylosium pulchrum	*i*	*fr*	*pr*	*i*	*i*	*i*	...	*i*
Closterium acerosum	*i*	...	...	*i*	...	*i*	...	...
— *setaceum*	*i*	...	...	...	...	*i*	...	...
— *aciculare*	...	...	...	...	...	...	*pr*	*i*
Staurastrum Arachne	...	...	...	...	...	...	...	*d*
— *lunatum*	*pr*	*fr*	*pr*	*fr*	*i*	*i*	...	..
— *paradoxum*	*i*	...	*fr*	*fr*	*i*	*pr*	...	*d*
— — v. *longipes*	*i*	*fr*	...	...	...	...	...	...
— *Tohopekaligense*	*i*	...	...	...	...	*pr*	...	...
— *megacanthum* v. *scoticum*	...	...	*pr*	...	...	...	...	...
— *jaculiferum*	...	*fr*	...	*fr*	...	*i*	...	*d*
— *gracile*	...	...	...	...	...	*pr*	...	...
— *pseudopelagicum*	...	...	...	...	...	...	...	*d*
— *brevispinum*	...	...	...	...	...	*i*	...	...
Euastrum verrucosum	...	...	*i*	...	...	...	...	...
Xanthidium antilopæum	...	...	...	*i*	*i*	*i*	*pr*	*i*
— *subhastiferum*	...	*i*	...	...	...	...	...	...
Gonatozygon monotænium	...	...	...	*i*	...	...	*i*	...
Arthrodesmus Incus	...	...	...	*i*	...	...	...	...
Micrasterias papillifera	...	...	...	...	...	...	*i*	...
— *verrucosa*	...	...	...	...	...	...	...	...

Nous comparâmes au plancton des lacs écossais celui des lacs suisses suivants :

1. Lac de Neuchâtel.
2. » » Zurich.
3. » » Zoug.
4. » Lowerz.
5. » »
6. » des IV-Cantons.
7. » Baldegg.
8. » » Lugano.
9. Lac de Langen.
10. » d'Emgstlen.
11. » de Davos.
12. » » Sils.
13. » » St-Moritz.
14. » » Ritom.
15. Shönenbodensee.

III. Enumération systématique des organismes trouvés dans les lacs suisses sus-nommés

Flagellatæ

Dinobryon divergens.
— *sertularia.*
— *stipitatum* var. *lacustris*
— *cylindricum*
— *thyrsoideum*
— *elongatum*
— *sessile*
Dinobryon simplex
Mallomonas Hoesslii
— *producta*
— *acaroides*
— *Cryptomonas ovata*
Uroglena volvox

Peridinea

Ceratium hirundinella
— *cornutum*
Peridinium cinctum
— *tabulatum*
Peridinium apiculatum
Glenodinium pusillum
Gymnodinium sp.

Schizophyceæ

Chroococcus minutus v. *carneus*
Gomphosphæria lacustris
— *Nægeliana*
Merismopedium elegans
— *glaucum*
Anabæna flos aquæ
Clathrocystis æruginosa
Cœlosphærium Kuetzingianum
Microcystis punctiformis
— *flos aquæ*

Oscillatoria rubescens
— *limosa*
— *tenuis*
— *prolifera*
Nostoc paludosum
Spiralina major
Phormidium foveolarum
Lingbya versicolor
Rivularia nitida

Diatomaceæ

Cyclotella Bodanica
— *socialis*
— *comta*
— — var. *quadrijuncta*
— — var. *melosiroides*
— *operculata*
Asterionella gracillima
Fragilaria crotonensis
— *capucina*
— *Harrisoni*
— *mutabilis*
Tabellaria flocculosa
— *fenestrata*
Stephanodiscus Astræa
Cymatopleura elliptica
— *Solea*
— *apiculata*
Melosira orichalcea
— *distans*
— *varians*
— *Ræseana*
Synedra ulna var. *longissima*
— *Binderiana*
— *crenulata*
— *catenata*
— *delicatissima*
— *linearis*
Rhizosolenia longiseta
Diatoma elongatum var. *tenue*
— *grande*
Surirella biseriata
— *splendida*
Campylodiscus noricus
Epithemia argus
Pleurosigma attenuatum
Nitschia sigmoidea
Pinularia viridis
Amphora ovalis
Nitzschia linearis var. *tenuis*
Meridion constrictum
Cymbella lanceolata
— *Ehrenbergii*
— *affinis*
— *cæspitosum*
Navicula elliptica
— *cryptocephala*
— *viridis*
— *gracilis*
— *viridula*
— *patula*
— *Tabellaria*
— *serians*
— *affinis* v. *amphirhynchus*
— *cuspidata*
— *limosa*
— *rhynchocephala*
Encyonema cæspitosum
Gomphonema constrictum
Himantidium gracile

Chlorophyceæ

Stichoglœa olivacea v. *sphærica*
Dactylococcus lacustris
Oocystis lacustris
— *Nægelii*
— *solitaria*
Nephrocytium Aghardianum
Raphidium Braunii
— *fasciculatum*
— *Chodati*
Pandorina morum

Eudorina elegans
Botryococcus Braunii
Sphærocystis Schrœteri
Dictiosphærium pulchellum
— *Ehrenbergii*
Çœlastrum pulchrum
— *reticulatum*
— *sphæricus*
Cœlastrum cambricum
Scenedesmus lacustris
— *acuminatus*
— *acutus*
— *quadricauda*
Pediastrum Boryanum
Eremosphæria viridis
Kirchneriella lunaris
Crucigena rectangularis
Polyedrium Chodati

Canjugatæ

Cosmarium Nordstedtii
— *Lundelii*
— *Botrytis*
— *scenedesmus*
— *obliquum*
— *pusillum*
— *linarium*
Starastrum avicula
— *gracile*
— *lunatum*
— *orbiculare*
— *pileatum*
— *oblongum*
— *dejectum* var. *apiculatum*
— *furcigerum*
Starastrum polymorphum var. *subgracile*
Closterium prælongum
— *arcuatum*
— *Brebissonii*
— *Nordstedtii*
— *bicurvatum*
Desmidium Aptogonum
Hyalotheca dissiliens
Micrasterias truncata
Docidium baculum
Penium lamellosum
Spirogyra
Zygnema
Mougeotia

IV. Comparaison des planctons

Si nous comparons le plancton provenant des lacs écossais avec celui des lacs suisses indiqués et si nous consultons les publications parues au sujet des lacs de ces contrées, nous obtenons les résultats suivants :

1. *Flagellatae*

Les genres vivants du plancton proprement dit, *Mallomonas*, *Cryptomonas*, *Dinobryon* sont représentés en Ecosse et en Suisse par les mêmes espèces.

Cryptomonas ovata semble ne manquer dans aucun lac. Intéressante bien qu'accidentelle est l'abondante production de *Mallomonas producta* dans les lacs écossais et dans le lac Rouge, le seul qui parmi les plus grands lacs suisses possède une quantité remarquable de Desmidiacées. *Uroglena volvox* se développe de la même façon dans les deux pays, dans le loch Uanagan et le lac Lowerz. *Dinobryon* montre des formes aussi variées dans le plancton écossais que dans le plancton suisse. Les Flagellées passives sont, par contre, beaucoup plus répandues en Ecosse qu'en Suisse.

2. *Peridineae*

Il n'existe aucune différence appréciable quant à la présence des Péridinées dans les lacs des deux contrées. *Ceratium hirundinella* se montre cosmopolite et sujet à des variations. Je ne sais pas jusqu'à quel point les six espèces différentes de *Peridinium* des lacs de l'Ecosse sont représentées dans les lacs suisses. Au point de vue quantitatif, ce genre se place ici comme là-bas bien après *Ceratium*.

3. *Schizophyceae*

Tanner dit dans sa monographie du Schönenbodensee : « Les lacs écossais sont très pauvres en Cyanophycées ». On ne pourra pas, si l'on consulte la liste du plancton de West, prendre cette phrase dans son sens qualitatif. De même, au point de vue quantitatif, les Cyanophycées des lacs écossais ne sont pas en quantité moindre que celles des lacs suisses. *Oscillatoria rubescens*, qui forme la fleur d'eau de trois lacs suisses, n'a été observé jusqu'à présent par West

qu'en petite quantité dans un seul lac écossais. Par contre, *Oscillatoria irrigua* dans le Loch Leven et *Oscillatoria tenuis* dans le Loch Calder sont si abondants qu'ils déterminent le caractère du plancton. Quand j'examinai *Gomphosphaeria Naegeliana*, il était non seulement la Cyanophycée caractéristique et prédominante des lacs écossais, mais il formait là une fleur d'eau que ne dépasse pas en beauté celle formée sur les lacs suisses par le *Clathrocystis aeruginosa*. Jusqu'à présent, *Gomphosphaeria Naegeliana* n'a été observé en Suisse, en grande quantité (fleur d'eau), que dans le lac Rouge. Quant à *Anabaena*, il est aussi répandu dans les lacs écossais que dans les lacs suisses. *Anabaena Lemmermanni* était en aussi grande quantité dans le Loch Lochy qu'*Anabaena flos aquae* l'est ordinairement dans les lacs suisses. L'apparition en masse d'*Oscillatoria rubescens* est et reste caractéristique dans trois lacs suisses : lac de Murten, lac Baldegg et lac de Zurich. L'extension générale de *Gomphosphaeria Naegeliana* est particulière aux lacs écossais. En ce qui concerne la richesse en Cyanophycées, les deux territoires sont sur le même pied.

4. *Diatomaceae*

Une différence bien tranchée existe entre les Diatomées des deux pays. En ce qui concerne les listes de plancton de West, elles offrent le même inconvénient que celles dressées par d'autres observateurs ; toutes les Diatomées contenues dans les échantillons sont nommées, mais sans indiquer si ces Diatomées sont ou non arrachées au rivage. West donne d'après les recherches générales sur le plancton proprement dit les Diatomées suivantes :

Tabellaria fenestrata et var. *asterionelloides*
— *flocculosa*
Fragilaria crotonensis
Asterionella formosa
— *gracillima*
Eunotia pectinalis
Navicula major
Vanheurckia rhomboides var. *Saxonica*
Surirella biseriata
— *robusta* et var. *splendida*

D'après mes études sur le plancton, je serais tenté de tracer du plancton proprement dit les genres *Eunotia*, *Navicula* et *Van Heurckia*. Par contre, je dois certainement compter parmi le plancton caractéristique les genres *Synedra*, *Melosira*, *Cyclotella* et *Rhizosolenia* comme West l'a déjà indiqué. West dit en parlant de *Cymatopleura* : « We have remarked the curious absence of *Cymatopleura* from the plankton of most of the Scottish lakes ; as this genus is commonly present in the plankton of shallower lakes ». Je n'ai trouvé *Cymatopleura* que dans le Loch Leven et le Loch Calder, tandis que ce genre existe dans presque tous les lacs suisses.

Une différence beaucoup plus importante entre les lacs suisses et les lacs écossais est due à l'extension du genre *Cyclotella*. Les plus grands lacs suisses et des territoires voisins, le lac de Genève et celui de Constance sont des lacs à *Cyclotella*. De même dans de nombreux petits lacs, le genre *Cyclotella* est représenté par des formes remarquables et de nombreuses variétés formant des colonies, tandis que dans les lacs écossais *Cyclotella* n'a pas d'importance et n'est représenté que par quelques formes qui dérivent probablement de la flore du rivage. Une plante très voisine, *Stephanodiscus Astraea*, trouvée dans de nombreux lacs suisses, ne manque pas dans les lacs écossais comme l'a prétendu Wesenberg. En 1905, je la trouvai peu

répandue dans le Loch Leven tandis qu'en mars 1907 elle s'y trouvait en abondance. Cet exemple montre clairement combien il faut être prudent en tirant les conclusions, il faut savoir si dans une région telle partie du plancton manque ou si elle y est peu représentée. Le genre *Fragilaria*, particulièrement *Fragilaria crotonensis*, semble moins développé en Ecosse qu'en Suisse. Dans les lacs suisses, cette algue siliceuse détermine par son abondance le caractère du plancton tandis que dans les lacs écossais, elle n'a jamais été observée comme genre prédominant. Par contre, *Tabellaria* atteint dans les lacs écossais un développement plus intense que dans les lacs suisses. *Tabellaria flocculosa* que Schröter a décrit comme tycholimnetisch (diatomée du sol) doit être considéré dans les lacs écossais comme type parmi les espèces du sol proprement dit. Il faudra encore s'assurer de la grande extension et de l'apparition répétée de *Tabellaria fenestrata* var. *astérionelloïdes*.

Dans les lacs suisses, *Rhizosolenia* avec ses deux espèces *Rh. eriensis* et *longiseta* apparaît timidement. Dans les lacs écossais, *Rhizosolenia eriensis* var. *morsa* est non seulement une algue siliceuse répandue, mais elle peut aussi atteindre un très grand développement comme l'ont montré, le 15 août 1905, les échantillons de plancton de l'extrémité du Loch Ness.

Les lacs des deux pays ne sont pas très différents quant à *Melosira*. Dans les lacs écossais, *Melosira* n'est pas aussi rare qu'on a bien voulu le dire jusqu'à aujourd'hui. Je ne fais allusion qu'aux échantillons de plancton du Loch Leven (III 1907) où prédomine

Melosira. il n'est cependant pas fréquent parmi les Diatomées du plancton. Il est peut-être un peu plus abondant dans les lacs suisses et forme dans le lac de Muzzano la partie principale du plancton.

Si nous considérons dans les lacs suisses l'extension quantitative des diatomées, nous verrons que les lacs les plus grands et les plus profonds sont assez riches en algues siliceuses. Comme la plupart des organismes du plancton, le développement des Diatomées diminue à mesure que l'altitude augmente. Seul *Asterionella* atteint dans les lacs de l'Engadine, à 1800 m., un développement respectable. N'est-ce qu'un hasard, ou y a-t-il des causes communes au fait qu'un lac suisse, le Schönenbodensee, situé à 1204 m., soit dépourvu des différents types de Diatomées du plancton, tandis que seul il possède une flore très riche en Desmidiées et qu'en Ecosse le profond Loch Morar, avec la profondeur de 310 m., ne renferme presque aucun type des Diatomées du plancton? Cet exemple nous montre combien nous sommes loin de pouvoir diviser les lacs en grands et petits d'après les caractères du plancton.

5. *Chlorophyceae*

Parmi les Chlorophycées, les espèces cosmopolites *Botryococcus Braunii* et *Sphaerocystis Schroeteri* sont très répandues dans les lacs écossais. Dans ce domaine, ces lacs ne se placent pas après les lacs suisses. *Botryococcus Braunii*, par exemple, se reproduisit en telle quantité dans le Loch Lochy qu'il forma une fleur d'eau comme celle observée dans le lac de Zoug. Comme plancton fréquent, je rencontrai dans de nombreux lacs écossais le gracieux *Dictyosphaerium pulchellum*.

Une jolie apparition dans le Loch Leven fut celle d'*Oocystella natans*, qui n'avait été trouvé jusqu'ici dans aucun lac suisse. Comme genres connus dans les lacs écossais et suisses, nous rencontrâmes *Coelastrum*, *Pediastrum*, *Eudorina*, *Pandorina*, *Gonium*, *Scenedesmus*, *Raphidium*, *Nephrocytium*, etc. Je rencontrai souvent dans les colonies d'*Anabaena* et de *Gomphosphaeria* des lacs écossais *Chlamydomonas inhaerens* que jusqu'ici je n'avais observé que dans le lac des Quatre-Cantons. Si je compare à mes recherches celles de West, je dois dire que la quantité de Chlorophycées des deux contrées comparées est la même et qu'elle n'est pas petite. Des recherches faites sur du matériel frais permettront de noter encore certains points passés inaperçus.

6. *Conjugatae. Desmidiaceae*

Le plancton de n'importe quel lac écossais nous montre que nous avons là des lacs particulièrement riches en Desmidiées et cette impression sera particulièrement nette si nous lisons les travaux de West. Vingt genres sont nommés dont quelques-uns représentés par de nombreuses espèces. Dans un travail paru en 1905, sur 25 lacs écossais figurent *Closterium* avec 18 espèces, *Euastrum* avec 11, *Micrasterias* avec 15, *Cosmarium* avec 30, *Straurastrum* avec 64 espèces et variétés. Comparés à ces chiffres, ceux des lacs suisses montrent des lacs pauvres en Desmidiées. Déjà West rend attentif au fait que toutes les espèces nommées ne doivent pas être considérées comme types du plancton. Cependant celles appartenant au plancton proprement dit atteignent encore le

chiffre de 45. Parmi ces espèces, il y en a quelques-unes que l'on trouve dans presque tous les lacs. La plus grande partie des Desmidiées du plancton sont caractéristiques par leur gelée. La grande variabilité des formes mériterait d'être soumise à des observations serrées, particulièrement en ce qui concerne le dimorphisme dû aux saisons. Je dois, comme nouvelle découverte, ajouter au plancton proprement dit des lacs écossais le *Cosmocladium saxonicum* représenté par de nombreux individus dans le Loch Earn.

Une apparition aussi régulière des Desmidiées dans le plancton écossais montre, je dois aussi attirer l'attention sur ce fait, qu'elles en forment rarement la partie principale et s'y trouvent même souvent en petite quantité. Parmi les lacs suisses les plus grands, aucun ne peut être considéré comme possédant une quantité appréciable de Desmidiées, elles abondent par contre dans deux petits lacs suisses : dans le lac Rouge et le Schönenbodensee. Le premier en contient 5 espèces parmi lesquelles un *Closterium* indéterminé, espèce souvent prédominante. Le Schönenbodensee renferme le nombre respectable de 19 espèces que ne dépasse aucun lac écossais.

(A suivre.)

SUR

QUELQUES POINTS DE LA THÉORIE

D'UNE

CHARGE PUNCTIFORME

PAR

A. SCHIDLOF

Le petit exposé qui va suivre résulte d'une étude commencée dans un but d'enseignement. Nous nous sommes proposés de déduire et d'exposer d'une manière aussi simple que possible certaines formules fondamentales de la théorie des électrons. Espérant que notre travail présentera peut-être quelque intérêt au point de vue didactique, nous nous sommes décidés à publier les calculs suivants concernant la théorie rigoureuse de la charge punctiforme.

1. Envisageons une charge e qui à un moment donné t_0 (instant efficace) occupe un point E $(x_0\ y_0\ z_0)$ de l'espace (position efficace). Cette charge soit animée au moment t_0 d'une vitesse $\mathfrak{u}$ et d'une accélération $\mathfrak{j}$[1].

[1] Nous représenterons dans la suite les vecteurs par des lettres gothiques et les quantités scalaires par des lettres romaines. Exception sera faite pour les projections des vecteurs, qui seront indiquées par les lettres gothiques correspondantes, munies des indices x, y, z, r. Par ex. : $\mathfrak{u}_x$, $\mathfrak{u}_y$, $\mathfrak{u}_z$, $\mathfrak{u}_r$.

Si pour étudier le champ à un moment t on envisage les valeurs en un point P $(x\,y\,z)$ d'un potentiel scalaire φ et d'un potentiel vecteur $\mathfrak{a}$, ces deux quantités doivent satisfaire aux relations :

$$(1^a)\ \frac{1}{c^2}\frac{d^2\varphi}{dt^2} - \Delta\varphi = 4\pi\rho \quad (1^b)\ \frac{1}{c^2}\frac{d^2\mathfrak{a}}{dt^2} - \Delta\,\mathfrak{a} = 4\pi\rho\mathfrak{u}$$

$$(1^c)\ \mathrm{div}\,\mathfrak{a} = -\frac{1}{c}\frac{d\varphi}{dt}$$

Nous ne nous occupons pas de l'intégration de ces équations aux dérivées partielles. La solution dans le cas particulier, où la charge est concentrée en une portion infiniment petite (point) de l'espace, a été discutée dernièrement par M. L. de la Rive[1].

Elle est donnée par les formules :

$$(2^a)\quad \varphi = \frac{e}{rk} \qquad (2^b)\ \mathfrak{a} = \frac{e}{rk}\,\frac{\mathfrak{u}}{c}$$

où : $$(2^c)\ k = 1 - \frac{\mathfrak{u}_r}{c}$$

Nous représenterons par $\mathfrak{r}$ (valeur absolue r) le rayon vecteur tracé de la position efficace E vers le point courant P. Le point P étant envisagé au moment t, on aura en désignant par c la vitesse de la lumière

$$(3.)\quad c\,(t - t_0) = r$$

La charge de l'électron affecte une valeur finie, abordable à l'expérience. On ne peut donc pas envisager en toute rigueur un électron comme une charge punctiforme.

[1] L. de la Rive. *Arch. des sc. phys. et nat.*, 1906, t. XXII, p. 117 et p. 209. Conf. aussi D. Mirimanoff. *Arch. des sc. phys. et nat.*, 1908, t. XXV, p. 176.

Néanmoins les formules rigoureuses du champ de la charge punctiforme sont d'un grand intérêt. Ces formules relativement simples et d'une interprétation facile s'appliquent à toutes les questions de l'optique et même à la plupart des problèmes concernant le mouvement de l'électricité.

Il faut naturellement n'envisager que des distances r, grandes en comparaison avec le rayon a de l'électron, et exclure les changements brusques de la vitesse, par exemple ceux qui produisent les rayons Rœntgen[1].

Nous nous proposons de déduire les expressions complètes en fonction de r, $\mathfrak{u}$, $\mathfrak{j}$ du vecteur électrique $\mathfrak{e}$ et du vecteur magnétique $\mathfrak{h}$. Ces quantités dérivent, comme on le sait, du potentiel scalaire et du potentiel vecteur, d'après les relations vectorielles suivantes :

$$(4^a)\quad \mathfrak{e} = -\frac{1}{c}\frac{d\mathfrak{a}}{dt} - \text{grad}\,\varphi \qquad\qquad (4^b)\quad \mathfrak{h} = \text{rot}\,\mathfrak{a}$$

relations contenant les dérivées, par rapport aux coordonnées et par rapport au temps, des quantités φ et $\mathfrak{a}$.

Le calcul de ces dérivées nous paraît gagner en simplicité, si, en abandonnant la méthode vectorielle, on se sert des coordonnées rectangulaires.

2. Avant tout nous voulons établir une relation auxiliaire : soit f une fonction quelconque des variables x, y, z, x_0, y_0, z_0 et de t. x_0, y_0, z_0 sont des fonctions connues de la variable t_0. Supposons qu'on varie les coordonnées x, y, z, du point courant P et *en même temps la variable t* d'une telle façon que la position efficace (x_0, y_0, z_0) du point E reste invariable. Nous

[1] Pour l'expression mathématique précise de ces restrictions conf. par ex. : *M. Abraham.* Théorie der Elektrizität. II, p. 84.

représenterons cette opération appliquée à la fonction f par :

$$\frac{\delta f}{\delta x}, \frac{\delta f}{\delta y}, \frac{\delta f}{\delta z},$$

tandis que

$$\frac{df}{dx}, \frac{df}{dy}, \frac{df}{dz}$$

représentent les dérivées partielles dans leur signification ordinaire. On aura :

$$\frac{\delta f}{\delta x} = \frac{df}{dx} + \frac{df}{dt}\frac{dt}{dx}, \text{ etc.}$$

et en vertu de la condition que le point E reste fixe :

$$\frac{dt}{dx} = \frac{1}{c}\frac{dr}{dx} = \frac{\cos(rx)}{c}, \text{ etc.}$$

Donc :

$$(5.) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{df}{dx} &= \frac{\delta f}{\delta x} - \frac{\cos(rx)}{c}\frac{df}{dt} \\ \frac{df}{dy} &= \frac{\delta f}{\delta y} - \frac{\cos(ry)}{c}\frac{df}{dt} \\ \frac{df}{dz} &= \frac{\delta f}{\delta z} - \frac{\cos(rz)}{c}\frac{df}{dt} \end{aligned} \right.$$

Les formules (5) peuvent servir au calcul des dérivées par rapport à x, y, z de toutes les quantités qui interviennent dans les relations (4^a) et (4^b).

En posant par exemple $f = x_0$ et en remarquant que :

$$\frac{\delta x_0}{\delta x} = 0$$

on trouve :

$$\frac{dx_0}{dx} = -\frac{\cos(rx)}{c}\frac{dx_0}{dt}$$

Les dérivées partielles de x_0, y_0, z_0, r, u_x, u_y, u^z calculées à l'aide des relations (5) se trouvent réunies dans une table à la fin de l'article. (Tableau 1).

Quant au calcul des dérivées par rapport à la variable t, on peut remarquer que :

$$\frac{df}{dt} = \frac{df}{dt_0}\frac{dt_0}{dt}$$

Et on a par exemple :

$$\frac{dx_0}{dt_0} = u_x; \quad \frac{du_x}{dt_0} = j_x$$

La valeur de $\frac{dt_0}{dt}$ s'obtient facilement en dérivant par rapport a t la relation (3) qui fournit :

$$\frac{dr}{dt} = c\left(1 - \frac{dt_0}{dt}\right) = \frac{dr}{dt_0}\frac{dt_0}{dt}$$

Or on a :

$$\frac{dr}{dt_0} = -u_r$$

Donc :

$$(6.) \quad \frac{dt_0}{dt} = \frac{1}{1 - \frac{u_r}{c}} = \frac{1}{k}$$

De là, par exemple :

$$\frac{dr}{dt} = -\frac{r}{k}, \frac{dx_0}{dt} = \frac{u_x}{k}, \text{ etc. (Conf. tableau 1)}$$

Appliquons finalement l'opération (5.) au potentiel scalaire φ. On a :

$$\frac{d\varphi}{dx} = \frac{\delta\varphi}{\delta x} - \frac{\cos(rx)}{c}\frac{d\varphi}{dt}$$

où[1] :

$$\frac{\delta\varphi}{\delta x} = \frac{d\varphi}{dr}\frac{dr}{dx} + \frac{d\varphi}{dk}\frac{dk}{dx} = -\frac{e}{r^2k}\cos(rx) - \frac{e}{rk^2}\frac{dk}{dx}$$

et puisque :

$$k = 1 - \frac{\mathfrak{u}_x(x - x_0) + \mathfrak{u}_y(y - y_0) + \mathfrak{u}_z(z - z_0)}{cr}.$$

on trouve :

$$\frac{dk}{dx} = -\frac{\mathfrak{u}_x}{cr} + \frac{\mathfrak{u}_r}{cr}\cos(rx)$$

On obtient donc après quelques réductions[2] :

$$\frac{d\varphi}{dx} = -\frac{e}{r^2k^2}\cos(rx) + \frac{e\mathfrak{u}_x}{cr^2k^2} - \frac{\cos(rx)}{c}\frac{d\varphi}{dt}$$

Nous mettrons cette relation, à laquelle il faut joindre deux formules analogues pour $\frac{d\varphi}{dy}$ et $\frac{d\varphi}{dz}$, sous forme vectorielle :

$$(7.)\quad \text{grad}\,\varphi = -\frac{\mathfrak{r}_1}{c}\frac{d\varphi}{dt} + \frac{\varphi}{rk}\left(\frac{\mathfrak{u}}{c} - \mathfrak{r}_1\right)$$

où $\mathfrak{r}_1$ représente un vecteur tracé dans la direction $\mathfrak{r}$, dont la valeur absolue est égale à l'unité.

Le potentiel vecteur est rattaché au potentiel scalaire par :

$$(8.)\quad \mathfrak{a} = \varphi\frac{\mathfrak{u}}{c}$$

[1] Nous rappelons qu'en effectuant les dérivations $\frac{\delta f}{\delta x}$ on considère comme constants non seulement x_0, y_0, z_0, mais aussi t_0 et par conséquent $\mathfrak{u}_x$, $\mathfrak{u}_y$, $\mathfrak{u}_z$.

[2] Cette formule, publiée par M. D. Mirimanoff (*Archives des sc. phys. et nat.*, 1908, t. XXV, p. 182), m'a été communiquée obligeamment par l'auteur en août 1907.

On aura donc (d'aprés une règle du calcul vectoriel[1]) :

$$\text{rot } \mathfrak{a} = \frac{\varphi}{c} \text{ rot } \mathfrak{u} + \left[\text{grad } \varphi \; \frac{\mathfrak{u}}{c}\right]$$

Mais rot u est nul dans le cas d'une charge punctiforme.

On a donc d'après (7.)

$$(9.) \quad \text{rot } \mathfrak{a} = \frac{1}{c}\left[\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\, \mathfrak{r}_1\right] + \frac{\varphi}{rk}\left[\frac{\mathfrak{u}}{c}\, \mathfrak{r}_1\right]$$

D'une façon analogue[2] on trouve :

$$\text{div } \mathfrak{a} = \left(\frac{\mathfrak{u}}{c} \text{ grad } \varphi\right) + \frac{\varphi}{c} \text{ div}\mathfrak{u}$$

Et puisque [d'après (5.)]

$$\text{div } \mathfrak{u} = -\frac{1}{c}\left(\mathfrak{r}_1\, \frac{d\mathfrak{u}}{dt}\right)$$

on obtient en utilisant l'équation (7.)[3]

$$\text{div } \mathfrak{a} = -\frac{1}{c}\left(\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\right)_r + \frac{\varphi}{rk}\left(\frac{\mathfrak{u}^2}{c^2} - \frac{\mathfrak{u}_r}{c}\right)$$

Mais on a (1^c)

$$\text{div } \mathfrak{a} = -\frac{1}{c}\frac{d\varphi}{dt}$$

[1] Conf. par exemple *Bucherer*. Elemente der Vektor-Analysis. 2 Aufl. p. 102 (19.)

[2] Conf. *Bucherer*. loc. cit. p. 101 (17.)

[3] Nous représenterons par $\left(\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\right)_r$ la projection du vecteur $\frac{d\mathfrak{a}}{dt}$ sur la direction r.

Donc :

$$(10.) \quad \frac{1}{c}\left\{\left(\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\right)_r - \frac{d\varphi}{dt}\right\} = \frac{\varphi}{rk}\left(\frac{\mathfrak{u}^2}{c^2} - \frac{\mathfrak{u}_r}{c}\right)$$

Pour ramener les formules de $\mathfrak{e}$ et de $\mathfrak{h}$ à une forme particulièrement simple, introduisons deux quantités auxiliaires formées d'une façon symétrique :

$$(11^a) \quad \psi = \frac{1}{c}\frac{d\varphi}{dt} + \frac{\varphi}{rk} \qquad (11^b)\ \mathfrak{v} = \frac{1}{c}\frac{d\mathfrak{a}}{dt} + \frac{\mathfrak{a}}{rk}$$

On a alors :

$$(12.) \quad \operatorname{grad}\varphi = -\mathfrak{r}_1\psi + \frac{\mathfrak{a}}{rk}$$

$$(13.) \quad \operatorname{rot}\mathfrak{a} = [\mathfrak{v}\mathfrak{r}_1]$$

$$(14.) \quad \psi - \mathfrak{v}_r = \frac{e}{r^2k^2}\left(1 - \frac{\mathfrak{u}^2}{c^2}\right)$$

et on obtient finalement pour $\mathfrak{e}$ et pour $\mathfrak{h}$ les expressions :

$$(15^a) \quad \mathfrak{e} = \mathfrak{r}_1\psi - \mathfrak{v} \qquad (15b) \quad \mathfrak{h} = [\mathfrak{v}\mathfrak{r}_1] = [\mathfrak{r}_1\mathfrak{e}]$$

3. Les formules (15^a) et (15^b) auxquelles il faut joindre les relations (11^a) et (11^b) se prêtent à beaucoup d'applications. Dans ces formules, excessivement simples, n'interviennent que les dérivées par rapport à t des quantités φ et $\mathfrak{a}$.

Les valeurs de ces dérivées s'obtiennent maintenant très facilement comme suit. On a d'abord d'après (8.)

$$\frac{d\mathfrak{a}}{dt} = \frac{\mathfrak{u}}{c}\frac{d\varphi}{dt} + \frac{\varphi}{c}\frac{d\mathfrak{u}}{dt} = \frac{\mathfrak{u}}{c}\frac{d\varphi}{dt} + \frac{\varphi}{ck}\mathfrak{j}$$

Donc :

$$\left(\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\right)_r = \frac{\mathfrak{u}_r}{c}\frac{d\varphi}{dt} + \frac{\varphi}{ck}\mathfrak{j}_r$$

Retranchant cette dernière équation de l'équation (10.) on obtient :

$$\frac{d\varphi}{dt} k + \frac{\varphi}{rk}\left(\frac{\mathfrak{u}^2}{c} - \mathfrak{u}_r\right) - \frac{\varphi}{ck}\,\mathfrak{j}_r = 0$$

Donc :

$$(16^a) \quad \frac{d\varphi}{dt} = \frac{e}{r^2k^3}\left(\mathfrak{u}_r - \frac{\mathfrak{u}^2}{c}\right) + \frac{e}{rk^3}\,\frac{\mathfrak{j}_r}{c}$$

$$(16^b) \quad \frac{d\mathfrak{a}}{dt} = \frac{e}{r^2k^3}\,\frac{\mathfrak{u}}{c}\left(\mathfrak{u}_r - \frac{\mathfrak{u}^2}{c}\right) + \frac{e}{rk^3}\,\frac{\mathfrak{u}}{c}\,\frac{\mathfrak{j}_r}{c} + \frac{e}{rk^2}\,\frac{\mathfrak{j}}{c}$$

En posant pour abréger l'écriture :

$$s = 1 - \frac{\mathfrak{u}^2}{c^2}$$

on trouve pour ψ et pour $\mathfrak{v}$ les expressions :

$$(17^a) \quad \psi = \frac{es}{r^2k^3} + \frac{1}{c}\,\frac{e}{rk^3}\,\frac{\mathfrak{j}_r}{c}$$

$$(17^b) \quad \mathfrak{v} = \psi\,\frac{\mathfrak{u}}{c} + \frac{1}{c}\,\frac{e}{rk^2}\,\frac{\mathfrak{j}}{c}$$

De là les équations suivantes pour $\mathfrak{e}$ et pour $\mathfrak{h}$:

$$(18^a) \quad \frac{\mathfrak{e}}{\mathfrak{h}} = \left(\mathfrak{r}_1 - \frac{\mathfrak{u}}{c}\right)\frac{e}{rk^3}\left(\frac{s}{r} + \frac{\mathfrak{j}_r}{c^2}\right) - \frac{1}{c}\,\frac{e}{rk^2}\,\frac{\mathfrak{j}}{c}$$

$$(18^b) \quad = [\mathfrak{r}_1\mathfrak{e}]$$

Dans le cas d'un mouvement uniforme, on a :

$$\mathfrak{j} = \mathfrak{j}_r = 0$$

Donc :

$$(19^a) \quad \mathfrak{e} = \left(\mathfrak{r}_1 - \frac{\mathfrak{u}}{c}\right)\frac{es}{r^2k^3} \qquad (19^b) \quad \mathfrak{h} = \left[\frac{\mathfrak{u}}{c}\,\mathfrak{r}_1\right]\frac{es}{r^2k^3}$$

Le vecteur de Poynting $\mathfrak{S}$ aura dans ce cas la valeur :

$$(20.)\ \mathfrak{S} = \frac{c}{4\pi}[\mathfrak{e}\mathfrak{h}] = \frac{1}{4\pi}\frac{e^2s^2}{r^4k^5}\mathfrak{u} + \frac{1}{4\pi}\frac{e^2s^2}{r^4k^6}\mathfrak{r}_1\left(\frac{\mathfrak{u}^2}{c} - \mathfrak{u}_r\right)$$

L'ensemble des formules (7) jusqu'à (18) est résumé à la fin de l'article. (Tableau 2.)

4. La théorie de la charge punctiforme est utile surtout en optique. Mais les problèmes de l'optique permettent une simplification considérable des formules.

D'abord on n'aura à envisager que des vitesses faibles vis-à-vis de celle de la lumière. On pourrait donc laisser de côté les termes d'ordre supérieur en $\frac{\mathfrak{u}}{c}$ et $\frac{\mathfrak{j}}{c}$. Nous voulons toutefois, pour plus de généralité, laisser subsister ces termes, ce qui peut être fait sans porter atteinte à la simplicité de l'exposé.

Nous insisterons davantage sur le fait que les distances r qui interviennent sont très grandes vis-à-vis des longueurs d'onde des vibrations lumineuses. Or, en supprimant les termes d'ordre supérieur en $\frac{1}{r}$, on néglige $\frac{s}{r}$ vis-à-vis des termes de l'ordre $\frac{\mathfrak{u}}{c}$ et $\frac{\mathfrak{j}}{c^2}$[1], ce qui est admissible si r est suffisamment grand. On obtient de cette façon des formules d'une symétrie remarquable.

[1] Dans les applications optiques, $\frac{\mathfrak{u}}{c}$ sera proportionnel à $\frac{1}{\lambda}$ et $\frac{\mathfrak{j}}{c}$ à $\frac{1}{\lambda^2}$, λ désignant la longueur d'onde des vibrations lumineuses.

En effet, les formules (7) à (14) deviennent alors :

$$\text{grad}\,\varphi = -\frac{\mathfrak{r}_1}{c}\frac{d\varphi}{dt}\,;\quad \text{rot}\,\mathfrak{a} = \frac{1}{c}\left[\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\,\mathfrak{r}_1\right]$$

$$\left(\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\right)_r - \frac{d\varphi}{dt} = 0$$

On aura donc dans des points suffisamment éloignés de la position efficace E de l'électron.

$$\mathfrak{e} = -\frac{1}{c}\left\{\frac{d\mathfrak{a}}{dt} - \mathfrak{r}_1\frac{d\varphi}{dt}\right\} = -\frac{1}{c}\left\{\frac{d\mathfrak{a}}{dt} - \mathfrak{r}_1\left(\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\right)_r\right\} = -\frac{\mathfrak{p}_1}{c}\left(\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\right)_p$$

où $\mathfrak{p}_1$ représente un vecteur perpendiculaire sur r, dont la valeur absolue est 1. $\left(\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\right)_p$ est la projection de $\frac{d\mathfrak{a}}{dt}$ sur ce vecteur $\mathfrak{p}_1$. On a de même :

$$\mathfrak{h} = \frac{1}{c}\left[\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\,\mathfrak{r}_1\right]$$

Dans la « zone de l'onde[1] », comme l'on voit, $\mathfrak{e}$ et $\mathfrak{h}$ s'expriment à l'aide de la dérivée par rapport au temps du potentiel vecteur seul. Ces deux vecteurs sont perpendiculaires sur $\mathfrak{r}$, c'est-à-dire transversaux (d'aprés 18^b ils sont toujours perpendiculaires l'un sur l'autre) et on a :

$$|\,\mathfrak{e}\,| = |\,\mathfrak{h}\,| = \frac{1}{c}\left(\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\right)_p$$

On trouve encore :

$$[\mathfrak{e}\mathfrak{h}] = \frac{\mathfrak{r}_1}{c^2}\left(\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\right)_p^2 = \frac{\mathfrak{r}_1}{c^2}\left\{\left(\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\right)^2 - \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right\}$$

La dernière relation montre que le vecteur de Poynting est parallèle au rayon vecteur.

[1] M. Abraham (loc. cit. p. 3 de cet article), p. 64.

Nous utiliserons enfin nos formules pour démontrer un théorème donné par M. M. Abraham dans son excellent ouvrage : « Elektromagnetische Theorie der Strahlung [1] ». Ce théorème concerne l'application du principe de Doppler dans la théorie électronique du rayonnement.

On a d'après ce qui précède :

$$\mathfrak{e}^2 + \mathfrak{h}^2 = \frac{2}{c^2}\left(\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\right)_p^2$$

Donc

$$|\,[\mathfrak{e}\mathfrak{h}]\,| = \frac{1}{2}\,(\mathfrak{e}^2 + \mathfrak{h}^2) = \frac{1}{c^2}\left(\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\right)_p^2$$

Nous poserons pour abréger l'écriture :

$$\mathfrak{S} = \frac{c}{4\pi}\,[\mathfrak{e}\mathfrak{h}] \qquad\qquad W = \frac{1}{8\pi}\,(\mathfrak{e}^2 + \mathfrak{h}^2)$$

La quantité $\mathfrak{S}_r - \mathfrak{u}_r W$ représente l'énergie transportée par le rayonnement électromagnétique à travers l'unité de surface d'une certaine sphère qui se meut avec la vitesse efficace $\mathfrak{u}$ de l'électron, Cette sphère envisagée au moment t doit avoir comme centre la position efficace de l'électron. Elle coïncidera alors avec l'onde émise par l'électron au moment t_0.

$\mathfrak{u}_r W$ est l'énergie transportée par convection à travers l'unité de surface d'une sphère immobile.

On peut calculer l'énergie rayonnée d'une autre manière, en supposant fixe la sphère qui entoure la position efficace de l'électron et en appliquant au mouvement de l'électron le principe de Doppler. On trouve alors l'énergie rayonnée égale à :

$$\mathfrak{S}_r\left(1 - \frac{\mathfrak{u}_r}{c}\right)$$

[1] M. Abraham (loc. cit.), p. 109.

Les deux méthodes de calcul conduisent d'ailleurs au même résultat, comme le montre M. M. Abraham et comme l'on déduit facilement des formules ci-dessus exposées qui fournissent :

$$c\,W = |\mathfrak{S}|$$

$$(21.)\quad \mathfrak{S}_r - \mathfrak{u}_r\,W = \mathfrak{S}_r\left(1 - \frac{\mathfrak{u}_r}{c}\right)$$

5. Mais les formules précédentes ne sont pas rigoureuses. Elles ne s'appliquent qu'à des points du champ très éloignés de la charge. Pour les applications en optique, elles sont toutefois en général suffisantes.

D'autre part, les formules relatives à la charge punctiforme ne sont elles-mêmes que des relations approchées, car la charge punctiforme n'a pas une existence réelle au point de vue de la théorie des électrons.

Nous voulons cependant examiner comment on doit modifier les conclusions précédentes, si l'on se base sur la théorie rigoureuse de la charge punctiforme.

En premier lieu, on remarquera que le vecteur de Poynting $\mathfrak{S}$ est différent de zéro dans le cas d'un mouvement uniforme. Il n'y a pourtant point de rayonnement d'énergie dans ce cas, mais seulement un transport d'énergie par convection. Quant à l'orientation du vecteur $\mathfrak{S}$, elle n'est pas radiale comme dans la zone de l'onde, mais d'autre part la projection $\mathfrak{S}_r$ est différente de zéro, elle est égale à :

$$\mathfrak{S}_r = \frac{c}{4\pi}\,\frac{e^2 s^2}{r^4 k^6}\,\frac{\mathfrak{u}^2}{c^2}\sin(\mathfrak{ur})$$

Par contre, la projection de $\mathfrak{S}$ sur un rayon vecteur $\mathfrak{r}'$, qui joint le point courant P avec la position *actuelle*

(position occupée au moment t) de l'électron, est nulle.

Mais le vecteur $\mathfrak{S}$ ne représente guère, dans le cas du mouvement uniforme, l'énergie transportée par convection, comme on serait peut-être tenté de le croire. Cette dernière est exprimée par :

$$(22.)\quad \mathfrak{u}W = \frac{\mathfrak{u}}{8\pi}(\mathfrak{e}^2 + \mathfrak{h}^2)$$
$$= \frac{\mathfrak{u}}{8\pi}\frac{e^2s^2}{r^4k^6}\left\{1 - 2\frac{\mathfrak{u}r}{c} + \frac{\mathfrak{u}^2}{c^2}\cos^2(\mathfrak{u}\mathfrak{r}) + 2\frac{\mathfrak{u}^2}{c^2}\sin^2(\mathfrak{u}\mathfrak{r})\right\}$$

et comme l'on voit, l'expression (22.) diffère considérablement de (20.).

Puisque, le mouvement étant uniforme, l'énergie est invariable à l'intérieur d'une surface, qui accompagne l'électron, on aura :

$$\int_S \mathfrak{S}_n\, d\sigma = \int_S W\, \mathfrak{u}_n\, d\sigma$$

soit :

$$\operatorname{div}\mathfrak{S} = \operatorname{div}(\mathfrak{u}W)$$

Mais les deux vecteurs $\mathfrak{S}$ et $\mathfrak{u}W$ ne sont pas identiques et ce n'est pas $\mathfrak{S}$, c'est $\mathfrak{u}W$ qui représente le flux de l'énergie transportée par le mouvement.

Si $\mathfrak{S}$ avait d'une façon générale la signification rigoureuse du flux d'énergie, la formule (21.) devrait être exacte. Mais en réalité, cette formule n'est qu'approximative, comme l'on constate facilement à l'aide des relations du § 2.

On tire (15^a) et (15^b) en faisant usage de (14.)

$$[\mathfrak{e}\mathfrak{h}]_r = \mathfrak{v}^2 - \mathfrak{v}_r\,\psi + \mathfrak{v}_r(\psi - \mathfrak{v}_r) = \mathfrak{v}_p{}^2 = \mathfrak{v}^2\sin^2(\mathfrak{v}\mathfrak{r})$$

Le vecteur $\mathfrak{e}\mathfrak{h}$ d'ailleurs n'est pas rigoureusement radial, et il a une composante dans une direction perpendiculaire sur $\mathfrak{r}$, ègale à :

$$[\mathfrak{e}\mathfrak{h}]_p = \mathfrak{v}_p \frac{es}{r^2 k^2}$$

D'autre part, on obtient pour l'énergie transportée par convection dans la direction du rayon vecteur $\mathfrak{r}$:

$$\mathfrak{e}^2 = \mathfrak{v}_p^2 + \frac{e^2 s^2}{r^4 k^4} \quad ; \quad \mathfrak{h}^2 = \mathfrak{v}_p^2$$

$$_r W = \frac{\mathfrak{u}_r}{8\pi}(\mathfrak{e}^2 + \mathfrak{h}^2) = \frac{\mathfrak{u}_r}{4\pi}\mathfrak{v}_p^2 + \frac{\mathfrak{u}_r}{8\pi}\frac{e^2 s^2}{r^4 k^4}$$

On doit donc remplacer l'équation (21.) par la relation rigoureuse :

$$(23.) \quad \mathfrak{S}_r - \mathfrak{u}_r W = \mathfrak{S}_r\left(1 - \frac{\mathfrak{u}_r}{c}\right) - \frac{\mathfrak{u}}{8\pi}\frac{e^2 s^2}{r^4 k^4}$$

La différence entre $\mathfrak{S}_r - \mathfrak{u}_r W$ et $\mathfrak{S}_r k$ n'est donc pas nulle.

On pourrait se demander si le théorème (21.) ne devient pas rigoureux, lorsqu'on l'applique à une surface fermée. Mais en entourant le point efficace par une sphère et en étendant l'intégration à la surface de cette sphère, on trouve l'intégrale

$$\frac{e^2 s^2}{8\pi}\mathfrak{u}_r \int \frac{d\sigma}{r^4 k^4}$$

différente de zéro, à moins qu'on fasse croître r vers infini.

Résumé des formules

Tableau 1.

$$\frac{dx_0}{dx} = -\frac{\cos(rx)}{c}\frac{\mathfrak{u}_x}{k}; \quad \frac{dy_0}{dx} = -\frac{\cos(rx)}{c}\frac{\mathfrak{u}_y}{k}; \quad \frac{dz_0}{dx} = -\frac{\cos(rx)}{c}\frac{\mathfrak{u}_z}{k}$$

$$\frac{dx_0}{dy} = -\frac{\cos(ry)}{c}\frac{\mathfrak{u}_x}{k}; \quad \frac{dy_0}{dy} = -\frac{\cos(ry)}{c}\frac{\mathfrak{u}_y}{k}; \quad \frac{dz_0}{dy} = -\frac{\cos(ry)}{c}\frac{\mathfrak{u}_z}{k}$$

$$\frac{dx_0}{dz} = -\frac{\cos(rz)}{c}\frac{\mathfrak{u}_x}{k}; \quad \frac{dy_0}{dz} = -\frac{\cos(rz)}{c}\frac{\mathfrak{u}_y}{k}; \quad \frac{dz_0}{dz} = -\frac{\cos(rz)}{c}\frac{\mathfrak{u}_z}{k}$$

$$\frac{dr}{dx} = \frac{\cos(rx)}{k}; \quad \frac{dr}{dy} = \frac{\cos(ry)}{k}; \quad \frac{dr}{dz} = \frac{\cos(rz)}{k}$$

$$\frac{dx_0}{dt} = \frac{\mathfrak{u}_x}{k}; \quad \frac{dy_0}{dt} = \frac{\mathfrak{u}_y}{k}; \quad \frac{dz_0}{dt} = \frac{\mathfrak{u}_z}{k}$$

$$\frac{dr}{dt} = -\frac{\mathfrak{u}_r}{k}$$

$$\frac{dt_0}{dt} = \frac{1}{1 - \frac{\mathfrak{u}_r}{c}} = \frac{1}{k}$$

Tableau 2.

$$\mathfrak{a} = \varphi\frac{\mathfrak{u}}{c}$$

$$\text{grad}\,\varphi = -\frac{\mathfrak{r}_1}{c}\frac{d\varphi}{dt} + \frac{\varphi}{rk}\left(\frac{\mathfrak{u}}{c} - \mathfrak{r}_1\right)$$

$$\text{rot}\ \mathfrak{a} = \frac{1}{c}\left[\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\,\mathfrak{r}_1\right] + \frac{\varphi}{rk}\left[\frac{\mathfrak{u}}{c}\,\mathfrak{r}_1\right]$$

$$\text{div}\ \mathfrak{a} = -\frac{1}{c}\frac{d\varphi}{dt} = -\frac{1}{c}\left(\frac{d\mathfrak{a}}{dt}\right)_r + \frac{\varphi}{rk}\left(\frac{\mathfrak{u}^2}{c^2} - \frac{\mathfrak{u}_r}{c}\right)$$

$$\frac{1}{c}\frac{d\varphi}{dt} + \frac{\varphi}{rk} = \psi \quad ; \quad \frac{1}{c}\frac{d\mathfrak{a}}{dt} + \frac{\mathfrak{a}}{rk} = \mathfrak{v}$$

$$\text{grad}\ \varphi = -\mathfrak{r}_1\psi + \frac{\mathfrak{a}}{rk}$$

$$\text{rot}\ \mathfrak{a} = [\mathfrak{v}\mathfrak{r}_1]$$

$$\psi - \mathfrak{v}_r = \frac{\varphi s}{rk}$$

$$\mathfrak{e} = -\mathfrak{v} + \mathfrak{r}_1\psi \quad ; \quad \mathfrak{h} = [\mathfrak{v}\mathfrak{r}_1] = [\mathfrak{r}_1\mathfrak{e}]$$

$$[\mathfrak{e}\mathfrak{h}] = \mathfrak{r}_1(\mathfrak{v}^2 - \mathfrak{v}_r\psi) + \mathfrak{v}(\psi - \mathfrak{v}_r)$$

$$\psi = \frac{es}{r^2k^3} + \frac{1}{c}\frac{e}{rk^3}\frac{\mathfrak{j}_r}{c}$$

$$\mathfrak{v} = \psi\frac{\mathfrak{u}}{c} + \frac{1}{c}\frac{e}{rk^2}\frac{\mathfrak{j}}{c}$$

$$\mathfrak{e} = \left(\mathfrak{r}_1 - \frac{\mathfrak{u}}{c}\right)\frac{e}{rk^3}\left(\frac{s}{r} + \frac{r}{c^2}\right) - \frac{1}{c}\frac{e}{rk^2}\frac{\mathfrak{j}}{c}$$

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE

DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 13 décembre 1907

L. Isely. Solutions singulières des équations différentielles d'ordre supérieur. — Le même. Les épigraphes tumulaires des grands mathématiciens. — Le même. La généralisation de deux théorèmes de géométrie élémentaire. — A. Jaquerod. Les propriétés physiques des radiations des corps radioactifs.

M. L. Isely revient sur la communication qu'il a présentée en séance du 1er novembre 1907 sur *les solutions singulières des équations différentielles d'ordre supérieur*, dont le compte rendu demande à être rectifié et complété comme il suit :

Dans la séance du 5 janvier 1906, ce professeur avait montré par de nombreux exemples comment l'emploi des *dis criminants* facilite la recherche des solutions singulières des équations du premier ordre. La même méthode est applicable au cas d'un ordre quelconque.

Soit, en premier lieu, une équation différentielle ordinaire du second ordre de la forme

$$f(x, y, y', y'') = 0.$$

En l'assimilant à une équation *algébrique* par rapport à y'', il suffira d'exprimer que celle-ci admet une racine double, ce qui se fait, comme on sait, en égalant son discriminant à zéro. On obtiendra ainsi la solution singulière, si elle existe, sous forme d'une équation différen-

tielle du premier ordre, dont l'intégrale *générale,* qui contient une constante arbitraire, sera la solution singulière *finie* de l'équation proposée.

M. Isely donne deux exemples de cette méthode si simple et si élégante, dont l'un est emprunté à Lagrange *(Mémoire sur les intégrales particulières des équations différentielles);* l'autre à Frenet *(Recueil d'exercices sur le calcul infinitésimal).* Le premier montre que l'équation différentielle du premier ordre, solution singulière de la proposée, peut admettre à son tour, outre une intégrale générale, une solution singulière finie qui ne satisfait pas nécessairement à l'équation primitive du second ordre.

Les équations différentielles ordinaires du troisième ordre, ou d'un ordre plus élevé, se prêtent à des considérations analogues. En prenant pour inconnue la dérivée de l'ordre *le plus élevé,* l'évanouissement du discriminant de l'équation, considérée comme *algébrique,* conduit à une équation différentielle d'un ordre généralement inférieur d'une unité, dont l'intégrale générale est la solution singulière sous forme *finie* de la proposée. L'exemple cité à l'appui, une équation du troisième ordre, fournit, traité comme il vient d'être dit, une solution singulière *différentielle* du second ordre qui, intégrée par les procédés connus, prend une forme *finie* à deux constantes arbitraires distinctes.

L'interprétation *géométrique* de la méthode précédente réside dans la théorie des contacts d'ordre supérieur des courbes planes.

Etendue aux systèmes d'équations différentielles et aux équations aux dérivées partielles d'ordre supérieur au premier, cette même méthode devient particulièrement intéressante et rend alors des services signalés. Preuve en est l'équation suivante, dont Poisson s'est occupé d'une façon toute spéciale *(Journal de l'Ecole polytechnique) :*

$$r^2 - 2qr\left(p - \frac{z}{1+x}\right) + \left(p - \frac{z}{1+x}\right)y = 0,$$

en désignant, selon l'usage, par p et q les dérivées partielles du premier ordre $\frac{\partial z}{\partial x}$; $\frac{\partial z}{\partial y}$ et par r la dérivée partielle du second ordre $\frac{\partial z^2_2}{\partial x^2}$. En exprimant que cette équation, regardée comme *algébrique*, du second degré en r admet une racine double, on obtient immédiatement la solution singulière sous forme d'une équation du premier ordre à variables séparables. L'intégrale générale de cette dernière, qui renferme une fonction arbitraire,

$$z = (1 + x)\,\varphi\,(y),$$

est la solution singulière sous forme *finie* de l'équation proposée.

La présente communication paraîtra *in extenso* dans le prochain *Bulletin* de la Société.

M. ISELY complète ensuite ses recherches précédentes sur *les épigraphes tumulaires des grands mathématiciens*[1] en rappelant celle qui, sur son désir, fut gravée sur le tombeau du géomètre italien, le comte *de Fagnano* (1682-1766). Cette épigraphe consistait en une *lemniscate*, accompagnée de la devise latine *Deo veritatis gloria*, symbole parlant de la remarquable découverte qu'on lui doit : que l'intégrale qui exprime l'arc de cette courbe possède des propriétés analogues à celles de l'intégrale qui représente un arc de cercle. Il parvint ainsi tout d'abord à diviser en deux parties égales un des quadrants de cette ligne du 4me degré ; puis, par induction, il fut amené à conclure que ce même quadrant pouvait algébriquement être divisé en n parties égales, pourvu que n fût de l'une des formes 2.2^m, 3.2^m, 5.2^m, m étant un nombre entier positif. « Questa è, dit-il, una nuova e singolare proprietà della mia curva[2]. »

[1] Voir le *Bulletin de la Soc. neuch. des Sc. nat.*, t. XXVII et XXXIV.

[2] Cantor. *Geschichte der Mathematik*, 2me éd., t. III, p. 492.

Enfin M. Isely fait une communication sur *la généralisation de deux théorèmes de géométrie élémentaire.* Le premier de ces théorèmes s'énonce ordinairement dans les traités de géométrie plane de la façon suivante :

« Par trois points, *non en ligne droite*, on peut faire passer une circonférence et on n'en peut faire passer qu'une. »

La notion de *l'infini* enlève à cet énoncé son caractère restrictif. Comme le fait fort justement remarquer M. L. Maillard dans ses *Eléments de géométrie*, trop peu connus chez nous, si les trois points donnés sont en ligne droite, la circonférence qui passe par ces trois points se confond avec cette droite elle-même. L'illustre géomètre allemand Clebsch prête à cette conception de la droite, qui peut paraître hardie, la grande autorité de son nom. « Une ligne droite, dit-il dans ses *Leçons sur la géométrie*, forme, d'après notre définition du cercle, conjointement avec la *droite de l'infini*, un cercle (de rayon infiniment grand). » La géométrie analytique corrobore pleinement cette manière de voir. La condition que les trois points considérés soient en ligne droite annule la partie binaire quadratique de l'équation *canonique* du cercle qui passe par ces trois points. L'équation restante, linéaire en x et en y, définit une ligne droite, celle qui contient les points en question, comme on s'en assure aisément. Il y a plus : tous les cercles d'un même plan passant par les deux points *cycliques* imaginaires ou les *ombilics* de ce plan, situés sur la droite de l'infini, celle-ci, caractérisée par l'équation en coordonnées homogènes $z = o$, fait aussi partie intégrante de cette variété de la circonférence. Il convient donc de substituer à l'énoncé ci-dessus le suivant :

« Par trois points *distincts* quelconques d'un plan, on peut toujours faire passer une circonférence et on n'en peut faire passer qu'une. »

Dans l'espace à trois dimensions, les choses se passent exactement de même. A la proposition : « Par quatre points, *non situés dans un même plan*, on peut faire passer

une sphère et on n'en peut faire passer qu'une », il conviendrait à l'avenir de substituer celle-ci, plus conforme à nos idées actuelles sur les êtres géométriques : « Par quatre points *distincts* quelconques de l'espace, on peut toujours faire passer une sphère et on n'en peut faire passer qu'une. » Si ces quatre points sont dans un même plan, ce dernier constitue, conjointement avec le *plan de l'infini*, la sphère qui passe par ces points (sphère de rayon infiniment grand). »

M. le prof. A. Jaquerod résume les connaissances actuelles sur *les propriétés physiques des radiations des corps radioactifs*. Des expériences illustrent ce savant exposé.

Séance du 10 janvier 1908

L. Isely. Réponse à une objection faite au tracé d'une shère passant par quatre points donnés. — O. Billeter. Les transformations des éléments radioactifs.

M. le prof. L. Isely présente une *Réponse à une objection faite au tracé d'une sphère passant par quatre points donnés*. Il s'agit du cas particulier où ces points sont les sommets d'un quadrangle inscrit à un cercle. Par ces points passent alors une infinité de sphères, formant ce qu'on est convenu d'appeler un *faisceau de sphères*. Mais cela n'altère en rien la proposition formulée dans la précédente séance. Les points ne sont plus *distincts*, les coordonnées de l'un d'eux *dépendant* de celles des trois autres. Il en serait de même dans le plan si, par exemple, l'un des trois points déterminant un cercle coïncidait avec l'un des deux autres. Ils deviendraient alors les points *de base* de tout un *faisceau de cercles*. Ces faits offrent quelque analogie avec ce qui se passe dans le calcul infinitésimal, où l'intégrale d'une équation différentielle ordinaire d'ordre n n'est regardée comme *générale* que si elle contient bien n constantes arbitraires *distinctes*.

M. le prof. O. Billeter fait ensuite une conférence sur *les transformations des éléments radioactifs*.

Séance du 7 février.

Spinner. Les floraisons d'arrière-automne et d'hiver. — Schardt. La baisse du lac des Brenets en 1906.

M. Spinner, Dr ès sc., résume ses observations sur *les floraisons d'arrière-automne et d'hiver*. Selon lui, il faut en distinguer cinq catégories :

1. *Les floraisons continues* (capucine, tomate, luzerne lupuline); ce sont celles des plantes dont le même pied fleurit sans interruption du commencement de la floraison jusqu'aux gelées. C'est un cas assez rare dans nos régions.

2. *Les floraisons successives* (*Poa annua*, *Senecio vulgaris* et *viscosus*, *Sonchus sp.*, *Erigeron canadensis*, *Stellaria media*, *Cerastium spec.*, *Anagallis arvensis*, *Lamium purpureum*, *Veronica sp.*, *Bellis perennis*, etc.). Ce phénomène est présenté par des végétaux dont le zéro spécifique est peu élevé et qui, pour cette raison, germent et croissent dès qu'il ne gèle plus et peuvent donc présenter plusieurs générations en douze mois.

3. *Les floraisons retardées*. Ce cas particulier est très rare. L'auteur ne l'a observé d'une manière certaine que chez quelques *Aesculus rubicunda*. Ces marronniers à fleurs rouges sont souvent éprouvés au printemps par le mauvais temps. Les bourgeons les moins vigoureux sont tués ou obligés à une vie latente jusqu'au printemps suivant. Toutefois, si l'automne se prolonge, ils peuvent se développer alors déjà en feuilles et en fleurs d'aspect assez rabougri.

4. *Les floraisons avancées*. Ce sont les plus générales. Les *Viola*, *Primula*, *Fragario*, *Prunus*, etc. fleurissent très tôt, déjà en décembre si la température le permet.

5. *Les floraisons anormales* (*Nigella*, *Delphinium*, *Cheiranthus Cheiri*, *Calamintha acinos*) sont celles qui se ma-

nifestent sur des tiges annuelles de plantes annuelles ou vivaces d'apparence desséchée après une longue interruption d'avec la floraison normale.

Les fleurs des quatre premières catégories ne présentent guère de particularités. Celles de la cinquième classe ont en général des couleurs pâlies passant au vert, une taille réduite et une réduction des pièces florales. C'est ainsi que les carpelles d'un *Nigella* de jardin, d'abord de 5, tombèrent à 4, à 3, puis enfin à 2 par avortement des autres. Une coupe microscopique des pédoncules a montré une pilosité plus forte, un plus grand développement du parenchyme cortical chlorophyllien et une réduction de la moelle.

Le mois de décembre 1907 a été favorable à ces observations, puisque pendant ce temps l'auteur a cueilli 60 espèces de fleurs, dont 14 Composées et seulement 5 Monocotylédones. Le 22 décembre, sur Tête de Ran, à 1400 m. d'altitude, il a été cueilli *Cerastium arvense*, *Draba aïzoïdes, Sesleria cœrulea*, *Bellis perennis*, *Alchemilla alpina*, *Gentiana verna*, sur quelques aspérités dépourvues de neige.

Il est à remarquer que la plupart des végétaux qui présentent de ces floraisons hors de saison sont des plantes qui en tirent profit dans la lutte pour l'existence. C'est ainsi que l'auteur a pu observer les progrès de *Bellis perennis* sur le graminées avoisinantes grâce à ses floraisons successives, qui lui permettent d'étendre ses rosettes sur les plantes d'alentour.

On sait déjà que certaines plantes annuelles chez nous deviennent vivaces dans les hautes montagnes ou aux hautes latitudes, mais le cas peut aussi se produire chez nous. L'auteur a observé des pieds de *Nigella* et d'*Iberis* de jardin qui ont fleuri à travers deux ou trois ans, d'annuels devenant ainsi vivaces, grâce cette fois à la clémence des hivers.

L'origine des végétaux joue aussi un grand rôle dans ces phénomènes. L'auteur a dans son jardin deux framboisiers *(Rubus Idæus)*, l'un provenant d'un versant enso-

leillé à 1000 m. d'altitude, l'autre d'une gorge sombre à 600 m. Le premier fleurit plus tôt que le second, mais ne présente pas de floraison avancée, tandis que l'exemplaire des gorges de l'Areuse a couvert de fleurs et de fruits les rejets destinés à fructifier en 1908 seulement. Les framboises qui y ont été cueillies jusqu'au 20 décembre étaient formées de gros grains pâles, fades, à noyau de grandeur anormale.

M. le prof. SCHARDT rapporte sur *la baisse du lac des Brenets en 1906*. Les magnifiques bassins du Doubs sont, en 1906, descendus à 0 m. 80 au-dessous du zéro du limnimètre, présentant ainsi une dénivellation de 20 m. d'avec les plus hautes eaux connues. La masse d'eaux qui, en moyenne, est de 6.000.000 m^3, était tombé à 1 $^1/_2$ million, concentrée dans les derniers bassins en amont de la chute.

Le lac des Brenets n'est pas étanche, il participe au régime général du Doubs, rivière qui présente de nombreuses pertes et de nombreuses sources régénératrices. Cette baisse extraordinaire a permis de fixer certains points. Ainsi, il a été prouvé que les sources qui jaillissent au pied de la source proviennent de fissures superficielles, tandis que les fissures plus profondes alimentent les grosses sources qui actionnent le Moulin de la Roche, sur France. De même, le régime des affluents de fond du lac a pu être étudié de près; il a été reconnu que la source de l'Arvoux est la plus importante; lors de la sécheresse, elle donnait autant d'eau que le Doubs lui-même. Celui-ci s'était creusé dans la vase un lit profond par place de plus de trois mètres. Enfin, la baisse a permis la confirmation complète de la théorie de M. Schardt, à savoir que le Saut du Doubs est dû à un barrage d'éboulement. C'est ainsi qu'est résolu définitivement un des problèmes les plus intéressants de la géologie neuchâteloise.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIETE DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 9 janvier 1908.

F. Reverdin et A. de Luc. Nitration de l'éther méthylique de l'acide 3-nitro-4-diméthylaminobenzoïque.

M. Frédéric Reverdin communique le résultat de recherches faites en collaboration avec M. A. de Luc sur la nitration de l'éther méthylique de l'*acide 3-nitro-4-diméthylaminobenzoïque.*

En nitrant cet éther, les auteurs ont obtenu des dérivés qui correspondent non plus à l'acide diméthylaminobenzoïque, mais bien à l'acide monométhylaminobenzoïque; il se forme en effet, suivant les conditions de l'opération, un *éther dinitro-nitrosaminé* ou un *éther dinitro-nitraminé* de l'acide monométhylaminobenzoïque.

On trouvera le détail de ces recherches, permettant de suivre la marche de cette nitration, dans le mémoire publié dans les *Arch. des Sc. phys. et nat.*, t. XXV, p. 133.

Séance générale annuelle du 23 janvier.

M. A. Brun, président sortant de charge, donne lecture de son rapport sur l'activité de la Société en 1907. Ce rapport contient en outre deux biographies : celle de Lord Kelwin et celle de Marcelin Berthelot.

Séance du 6 février.

L. Duparc et Kouropatwinska. De la stabilité et de la labilité chez les isomorphes. — L. Duparc. Roches éruptives du bassin de la rivière Wagram. — B.-P.-G. Hochreutiner. Observations sur la flore de Madagascar. — H. Ziegler. « Konstitution und Komplementät der Elemente. »

M. le prof. Duparc fait en son nom et au nom de Mlle Kouropatwinska une communication sur *la stabilité et la labilité chez les isomorphes*. Les auteurs ont employé une méthode d'évaluation basée sur l'action des solutions alcalines agissant comme dissolvants sur la calcite et l'arragonite. Les roches, préalablement analysées avec soin, étaient traitées pendant trois heures et à 60° par des solutions de chlorures alcalins. Les expériences ont montré que l'attaque se fait toujours davantage sur l'arragonite que sur la calcite ; c'est donc la dernière de ces roches qui représente la modification stable.

Dans une deuxième communication, M. le prof. Duparc décrit un certain nombre de *roches éruptives* du bassin de la rivière Wagram ; le matériel de ce travail, récolté depuis plusieurs années, a été peu à peu entièrement classé et analysé.

M. B.-P.-G. Hochreutiner communique quelques *observations sur la flore de Madagascar*, faites au cours d'une étude d'ensemble sur deux collections envoyées au Conservatoire botanique par MM. Guillot et Rusillon.

Parlant d'abord de quelques types isolés, il signale le fait que Guillot a retrouvé trois plantes connues depuis longtemps, mais qui n'avaient guère été récoltées depuis et qui sont fort difficiles à rattacher à l'une des familles végétales connues. Ce sont : Le *Barbeuia madagascariensis*, qu'on a rapporté aux *Phytolaccacées*, quoiqu'il ait des carpelles soudés en un fruit biloculaire ; le *Spirospermum penduliflorum* rapporté aux *Menispermacées*, quoiqu'il ait

neuf carpelles dans la fleur femelle ; le *Plectaneia Thouarsii*, ce genre singulier que tous ses caractères placent dans le groupe des *Plumieroïdées* à fruits apocarpés, mais qui en diffère par le caractère essentiel de cette tribu. Les *Plectaneia* ont en effet un fruit sec syncarpé ; à ce titre même, ils sont plus ou moins isolés dans la famille des *Apocynées,* dont les fruits sont généralement charnus quand ils sont syncarpés.

L'*Ochrocarpus subsessilifolius*, une nouvelle espèce, découverte parmi les plantes de Guillot, est fort remarquable, parce que son diagramme peut être considéré comme intermédiaire entre celui des autres *Ochrocarpus* à verticilles dimères et celui de *Garcinia* à verticilles tétramères.

L'*Athanasia Brownii*, une nouvelle espèce aussi, mais récoltée par Rusillon, est une *Anthemidée* typique. Cependant elle a des anthères nettement caudiculées. Cette observation a induit M. H. à faire des recherches sur d'autres *Athanasia* de l'Herbier de Kew et, chez plusieurs d'entre eux, il a constaté des anthères de même forme. Ce n'est pas une raison pour dilacérer ce genre, qui est si naturel et si compact, mais c'est une exception à ajouter à celles, si nombreuses déjà, qui émaillent la systématique des *Composées*.

Enfin M. Hochreutiner dit quelques mots sur la géographie botanique de Madagascar et montre qu'on y trouve la confirmation de la théorie de Engler, qui attribue aux climats humides et chauds la conservation des anciens types (vieux endémismes), et aux climats secs l'apparition de nouvelles formes (nouveaux endémismes). Il est caractéristique de voir que presque toutes les nouveautés découvertes dans la collection de Guillot, et provenant de la côte orientale, chaude et humide, sont des types très tranchés et parfois très remarquables à cause de caractères aberrants pour le genre et la famille. Par contre, les espèces nouvelles décrites sur les plantes de Rusillon, récoltées sur les hauts plateaux dans le centre de l'île, appartiennent à des genres très polymorphes. En outre,

les affinités des espèces de la côte Est sont presque toutes avec l'Insulinde et même le nord de l'Australie. Au contraire, celles des espèces de Rusillon sont très souvent étroites avec le sud de l'Afrique.

Le travail, dans son ensemble, paraîtra dans l'*Annuaire des Conservatoire et Jardin botaniques de Genève.*

M. H. ZIEGLER offre à la Société sa dernière publication : *Konstitution und Komplementät der Elemente* et en donne le résumé.

Séance du 20 février.

R. Chodat. Migration des minéraux chez les végétaux. — Th. Tommasina. Sur l'action exclusive des forces Maxwell-Bartoli dans la gravitation universelle. — L. Duparc, T. Warynski et Mdivani. Sur un dosage stannométrique des vanadates alcalins. — L. Duparc, T. Warinski et Laska. Sur la stabilité à l'air des solutions de nitrite de potassium.

M. le prof. CHODAT parle de la *Migration des minéraux chez les végétaux;* il s'est proposé avec plusieurs de ses élèves, de déterminer la quantité absolue d'une substance qui entre dans la plante pendant son développement, ainsi que de rechercher quelle est la loi de l'augmentation de poids. Des essais faits sur l'avoine ont montré que l'augmentation des matières minérales croît d'abord régulièrement, puis diminue de 50 % quelquefois quand la plante porte ses graines; ce phénomène est appelé par les auteurs « migration négative ». Avec les fruits et feuilles du prunier et avec les carottes, les résultats ont été assez différents.

M. Th. TOMMASINA donne lecture de la Note qu'il présente *Sur l'action exclusive des forces de Maxwell-Bartoli dans la gravitation universelle.* La constatation expérimentale des pressions mécaniques, longitudinales et tangentielles, exercées par le rayonnement lumineux sur les corps, nous a révélé sa forme cinétique. Or, celle-ci nous

fournit le mécanisme vrai des radiations électromagnétiques, puisqu'elle nous donne la trajectoire de l'énergie dans le rayon élémentaire d'un faisceau de radiations. L'élément qui vibre transversalement pour produire une poussée longitudinale doit parcourir non pas un orbite elliptique fermé, mais une ou plusieurs spires de solénoïdes dans les radiations lumineuses ou ultra-spectrales. et un seul fragment de spire dans les radiations hertziennes.

C'est le chemin que doit suivre l'énergie radiante, représentée par la vitesse de déplacement de la charge électrique qui constitue un électron, dont la marche donne lieu ainsi aux pressions de Maxwell-Bartoli, la longitudinale parallèle aux rayons et normale aux corps frappés, mesurée par Lebedeff en 1900 et par Nichols et Hull en 1901, et la tangentielle mesurée par Poynting en 1904.

Il n'existe donc pas ce milieu sans résistance ni activité propre, qui pénètre les corps, remplit l'espace et que les radiations ne font que traverser en le modifiant momentanément, mais il y a, au contraire, un milieu incessamment actif que ces mêmes radiations constituent, puisque le rayonnement des innombrables soleils ne saurait admettre aucune discontinuité dans sa transmission par rapport au temps et à l'espace. Ce milieu interstellaire est homogène et isotrope à cause de l'entrecroisement des radiations, tout en étant constitué par un aggloméral de mécanismes énormément condensés, soit par le nombre immense d'éléments actifs en chaque millimètre cube, que l'on veuille considérer, soit par les trillions de vibrations par seconde qui s'y produisent. Or, comme la masse de chacun de ces éléments est électromagnétique, et comme les résultats des expériences de Kaufmann ont permis d'établir que la masse électromagnétique est fonction de la vitesse et que pour une vitesse égale à celle de la lumière elle serait infinie, ce qui est précisément le cas ici, il en résulte que la résistance de l'éther est infinie au lieu d'être nulle, et que les astres, de même que les atomes des corps, ne se déplacent pas au travers de l'éther par leurs forces propres, mais sont déplacés par l'éther ou par ce qui se passe dans l'éther et qui le constitue.

C'est la généralisation du concept de Faraday et la confirmation de celui de Maxwell, qui considérait déjà l'éther comme le réceptacle de toute l'énergie de l'univers, et des vues intuitives de Lamé et de Hertz, qui pensaient que la connaissance de la constitution intime de l'éther expliquerait en même temps la gravitation universelle.

Cette conclusion expérimentale change évidemment la manière d'envisager les forces qui entrent en jeu dans le phénomène de la gravitation, les attractions n'interviennent plus aux grandes distances ni aux très petites, car les grands espaces vides n'existent pas et les petits sont remplis par les pressions électromagnétiques qui s'exercent sans discontinuer, partout et toujours.

C'est la découverte faite par Curie que l'atome de radium émet continuellement de la chaleur et de l'électricité, qui nous a permis de pénétrer la constitution même de l'atome chimique pour y reconnaitre, dans ses modifications intérieures, la première formation de l'énergie radiante des soleils. Ainsi l'électron, forme cinétique constante électrostatique de l'éther, élément intégrant vibratoire de toute radiation, entre également comme constitutif de la dynamique intra-atomique, où se trouve la source de tout rayonnement.

Cette profonde vue synthétique, conséquence de la découverte des rayons de Becquerel, met en évidence une loi fondamentale d'une admirable simplicité, qui montre que cette continuité mécanique active du milieu est le siège des phénomènes de l'électrostatique, où ce sont des pressions, et non des attractions et répulsions, qui déplacent les corps électrisés et est le siège de la gravitation, car ce sont les mêmes pressions qui la réalisent.

Si on considère dans un tel milieu les astres qui n'émettent point de lumière propre, les planètes et leurs satellites, on doit reconnaître que l'action du rayonnement total des étoiles, *pression universelle de radiation*, produit évidemment sur eux le même effet que l'attraction newtonienne, mais avec la différence que la vitesse de propagation de l'action gravitante due aux forces de Maxwell-Bartoli, n'est pas supérieure, mais égale à la vitesse de la

lumière. D'autre part, comme l'action gravitante est ainsi, en dernière analyse, une modification dirigée de la pression élastique constitutive du milieu, elle agit de façon immédiate sur chaque élément. Le rayonnement astral doit donc former ce milieu contenant toute l'énergie ainsi que toute l'inertie, où l'action et la réaction doivent être parfaitement égales, et comme les seules manifestations énergétiques qui s'y trouvent sont les forces de Maxwell-Bartoli, car nul autre mouvement n'y existe ni ne peut y exister, le mécanisme est unique et *la gravitation universelle est nécessairement fonction du rayonnement astral électromagnétique.* L'anomalie entre la théorie ondulatoire de la lumière et celle des forces centrales se trouve ainsi éliminée, car la question des forces à distance ne peut plus être posée, d'après ces conclusions, en physique. Conclusions que M. Tommasina résume ainsi : L'énergie rayonnante est la seule force mécanique qui existe; cette énergie, dont la forme cinétique est révélée par les pressions de Maxwell-Bartoli, produit la gravitation universelle, constitue le milieu actif qui remplit l'espace sidéral et intra-atomique et par ses diverses modalités est l'essence dynamique des corps, l'origine de leurs propriétés et la cause mécanique des phénomènes. C'est la constatation expérimentale de l'unité absolue de l'énergie mécanique de l'univers.

MM. L. Duparc, T. Warynski et Mdivani. *Sur un dosage stannométrique des vanadates alcalins.* — On a essayé s'il était possible de doser volumétriquement des solutions de vanadates alcalins au moyen de solutions titrées de $SnCl^2$ et on est arrivé à des résultats satisfaisants.

On a opéré comme suit : on a fait agir directement $SnCl^2$ sur des solutions de vanadates de K, acidulées de SO^4H^2. La liqueur devenait bleue, ce qui semblait indiquer une réduction du vanadate en un sel de V^2O^4, et en effet, en calculant, d'après les quantités de $SnCl^2$ employées, le degré de réduction du vanadate, on est arrivé à des résultats très voisins du V^2O^4.

Les solutions de $SnCl^2$ étaient titrées par équivalence

avec une solution d'iode titrée elle-même par la méthode au bichromate.

Les solutions de vanadate de K étaient obtenues en dissolvant un poids exact de V^2O^5 dans KOH et en portant à un volume déterminé. V^2O^5 était obtenu par calcination de VO^3NH^4 recristallisé deux fois.

Comme indicateur, on s'est servi de $M_0O^4(NH^4)^2$ en solution aqueuse dont des gouttes étaient réparties sur une catelle et qui, en présence de $SnCl^2$, donne une coloration bleue. L'indicateur s'est montré très sensible. Une goutte d'une solution à 0,003 % de $SnCl^0$ donne une coloration nette.

Des séries de déterminations ont donné des résultats très concordants entre eux, avec une approximation 0,2 à 0,3 % avec le chiffre théorique.

Le procédé est très rapide et très pratique.

La réduction s'effectue aussi bien en milieu sulfurique qu'en milieu chlorhydrique.

Le dosage est plus exact avec des solutions diluées de $SnCl^2$. On s'est servi de solutions de 2 à 3 $\frac{}{1}$ en $SnCl^2$.

MM. L. Duparc, T. Warynski et Laska. *Sur la stabilité à l'air des solutions de nitrite de potassium.* — Des solutions diluées de No^2C exposées à l'air pendant 6 semaines n'ont manifesté aucune trace ni d'oxydation, ni de décomposition en milieu alcalin. On a opéré avec des solutions N/10 de NO^2K avec des concentrations variables en KOH.

En milieu neutre, dans le même temps, on a observé une faible perte en teneur de NO_2K variant entre 1 % et 2 %. En présence de sels minéraux tels que : $SrCl^2$, $MgCl^3$, KCl, NH^4Cl, $BaCl^2$, $NiCl^2$, $CoCl_2$, les solutions de NO^2K ont montré le même degré de stabilité.

Seuls, $CuCl^2$ et $CrCl^3$ se sont montrés actifs, mais ceci s'explique par l'état d'hydrolisation de ces sels, dont l'acide libre décompose énergiquement NO^2K.

Des essais par barbotage dans un rapide courant d'air n'ont, au bout de 5 jours, produit aucune modification de solutions de NO^2K même très diluées (N/100)—, en présence et en l'absence de sels minéraux.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

P. Gruner. Die Wandlung in den Anschauungen über das Wesen der Elektrizität. Hambourg, Schlœsmann. 1908.

Ce travail, issu des conférences que l'auteur a faites à Francfort-sur-Main et à Berne, s'adresse au public moins initié, en exposant les transformations qu'ont subies nos idées sur la nature de l'électricité, depuis l'origine jusqu'à l'heure actuelle : La théorie de la première période est celle des fluides électriques (théorie des deux fluides ou du fluide unique). Partant de l'hypothèse des forces à distance de Newton, elle atteint son sommet théorique dans la loi électrodynamique de Weber. Mais à cette époque même naît une nouvelle théorie. Les vues profondes de Faraday, élevées en édifice théorique admirable par Maxwell, sont reçues d'abord avec méfiance. Leur triomphe est d'autant plus éclatant, lorsque les expériences célèbres de Hertz viennent les appuyer d'une façon complète, et la théorie électromagnétique de la lumière devient populaire de nos jours, grâce à la transmission télégraphique des ondes électromagnétiques.

Cependant nos idées sur la nature de l'électricité ont de nouveau changé dans les derniers vingt ans. La théorie des électrons, plus complète que la théorie électromagnétique primitive, et surtout plus apte à entrer dans le mécanisme profond des phénomènes moléculaires, prend son origine dans certains résultats expérimentaux de Faraday. Elle doit son haut perfectionnement théorique surtout à M. Lorentz et sa vérification expérimentale définitive à

M. Zeemann. L'étude des rayons cathodiques et des corps radioactifs a mis cette théorie au premier plan.

Et malgré tout, cette nouvelle théorie, qui explique avec tant de succès les phénomènes les plus divers et les plus compliqués, n'est pas à l'abri de toute difficulté. Le principe de la relativité ne met-il pas en doute l'existence de l'éther, qui devient une pure fiction théorique? D'autre part, la masse de l'électron se révèle comme purement électromagnétique, comme un effet du champ entraîné dans le mouvement de l'électron. Et peut-être en est-il de même de toute masse. Tout phénomène physique est peut-être un phénomène électrique.

L'hypothèse de l'électron présente une fécondité surprenante, mais elle ne dit rien sur la nature de l'électricité. L'électricité, c'est-à-dire le champ électromagnétique, doit être envisagée comme un fait fondamental.

A. Sch.

CHIMIE.

Emil Fischer. Guide de préparations organiques. Traduit d'après la septième édition allemande par *H. Decker* et *G. Dunant*. Paris, Gauthier-Villars, imp.-libr., 1907.

L'enseignement pratique de la chimie organique demande que l'élève se familiarise avant tout avec les méthodes générales employées dans cette branche de la science ; c'est pourquoi l'on exige du débutant, dans tous les laboratoires, qu'il consacre d'abord quelques mois à la préparation de produits courants, dont les procédés d'obtention sont relativement simples et exactement déterminés. C'est pendant l'exécution de ces préparations qu'il acquérera la dextérité manuelle et les qualités d'observation qui lui sont indispensables pour ses travaux futurs. Aussi ne saurait-on apporter trop de soin à cette première partie de son instruction. La meilleure méthode pour arriver au résultat voulu consisterait évidemment dans l'enseignement direct et constant du professeur ou

de ses assistants; mais cette méthode ne peut être rigoureusement suivie dans les grands laboratoires, où l'étudiant est forcément laissé parfois à lui-même et se trouve dans l'obligation de chercher ailleurs les indications dont il a besoin; de là, la nécessité de manuels spéciaux qui puissent lui venir en aide.

Beaucoup de livres de ce genre ont été publiés, surtout en Allemagne; mais il faut reconnaître qu'un petit nombre d'entre eux répondent vraiment au but qu'ils se proposent. Les exigences auxquelles doit satisfaire un bon guide de préparations sont, en effet, multiples. Il doit avant tout être d'une clarté et d'une précision absolues, afin que l'étudiant ne soit pas rebuté dès le début par des insuccès. Le choix des manipulations et des exemples qu'il décrit doit être tel, qu'il permette de passer en revue, dans un temps relativement court, l'ensemble des réactions les plus importantes de la chimie organique. Toutes les opérations dangereuses, ainsi que celles qui utilisent des matières premières trop coûteuses, doivent être laisssées de côté. Enfin, un manuel de préparations ne doit ni être une simple collection de recettes, que l'élève suivrait machinalement sans se rendre compte de leur portée théorique, ni tomber dans le défaut contraire, qui en ferait un traité trop touffu de chimie organique.

Un des guides qui ont le mieux réussi à éviter ces divers écueils, et qui répondent le plus complètement à leur but, est certainement celui qu'a publié, en 1883, le professeur Emile Fischer, et qui vient d'atteindre sa septième édition. Utilisé depuis un quart de siècle dans l'un des premiers laboratoires universitaires de l'Allemagne, et constamment tenu à la hauteur des progrès de la science, il doit au nom illustre de son auteur et aux excellents résultats obtenus à son aide, d'être considéré comme un modèle du genre. Aussi doit-on savoir gré à MM. H. Decker et G. Dunant de l'avoir mis à la portée d'un plus grand nombre d'étudiants, en le traduisant en français. Ils l'ont fait avec le plus grand soin et une scrupuleuse exactitude; ils ont su conservrer au texte original

toutes ses qualités fondamentales de précision et de clarté tout en le reproduisant sous une forme qui ne laisse rien à désirer au point de vue de la langue et de la terminologie chimiques. Aussi ne doutons-nous pas que, grâce à eux, le traité de Fischer ne trouve, dans les pays de langue française, le même succès qu'il a obtenu en Allemagne.

E. Grandmougin, J. R. Guisan et H. Freimann. *Sur les dérivés disazoïques de l'acide salicylique.* (*Berichte d. Deutsch. chem. Ges.* t. 40, p. 3450; Zurich, Polytechnicum).

Les dérivés disazoïques de l'acide salicylique ayant été peu étudiés jusqu'ici au point de vue scientifique, les auteurs se sont occupés de ce sujet. En faisant réagir le chlorure de diazonium sur l'acide salicylique en présence de lessive de soude et abandonnant le mélange froid pendant 5 jours, il se forme l'*acide dis-benzène-azo-salicylique* aiguilles feutrées, brun rougeâtre, F 218°, dont la constititution

$$C^6H^5N{=}N-C_6H_2(OH)(COOH)-N{=}NC^6H^5$$

a été déterminée en étudiant ses produits de scission.

Il se forme eu outre dans cette réaction du *phénol-2.-4.-6-trisazobenzène.*

Les auteurs ont également étudié les dérivés correspondants de la série du toluène et décrivent pour le moment ceux de la série « ortho ».

En faisant réagir le chlorure de p-nitrodiazonium sur l'acide benzène-azo-salicylique on obtient l'acide *p-nitrobenzène-azo-salicylique* et en outre par élimination du groupe carboxyle le *phénol-disazo-p-nitrobenzène*.

GÉOLOGIE

H. Simroth. Die Pendulationstheorie. Konrad Grethlein's Verlag, Leipzig, 1907. 564 pages.

M. P. Reibisch a émis, il y a six ans environ, sous le nom de théorie de la pendulation, l'idée que la terre a dû subir un lent mouvement de rotation pendulaire autour d'un axe perpendiculaire à l'axe de rotation diurne, dont les deux pôles seraient l'un à Sumatra, l'autre sur la côte occidentale de la République de l'Équateur. De la sorte, les pôles de la rotation diurne se seraient relativement déplacés en oscillations périodiques d'une grande ampleur suivant un grand cercle passant par l'Europe centrale, la Tunisie, la Guinée d'une part, par l'axe de l'Océan pacifique d'autre part.

M. Simroth a cherché la confirmation de cette manière de voir dans une étude approfondie de la répartition des organismes, soit à l'époque actuelle, soit pendant les périodes plus anciennes, et des anomalies plus ou moins inexpliquées que cette répartition comporte.

Après avoir développé quelques considérations générales d'ordre physiologique et biologique, l'auteur examine successivement, au point de vue de leur distribution, les Mollusques continentaux et marins, les Arthropodes et les Vertébrés, énumérant d'innombrables détails qu'il est impossible de résumer ici. Il traite plus brièvement des autres embranchements, pour consacrer ensuite un important chapitre à l'homme envisagé soit au point de vue ethnique, soit au point de vue de ses divers degrés de culture.

Parmi les végétaux, l'auteur examine plus particulièrement les Gymnospermes et les Angiospermes. Dans l'étude de chacun des grands groupes d'organismes considérés, il a constamment reconnu que la distribution des animaux et des plantes, continentaux ou marins, ne s'explique que par l'hypothèse de la pendulation. D'autre part, la pauvreté des faunes permiennes et pléistocènes des formations d'Europe, opposée à la richesse des faunes jurassi-

ques et éocènes des mêmes régions provient, d'après M. Simroth, du fait qu'aux époques permienne et pléïstocène l'Europe s'était rapprochée considérablement du pôle N, tandis qu'aux époques jurassique et éocène, elle se trouvait à une distance minimum de l'équateur. Ainsi le mouvement de rotation pendulaire de la terre semble avoir compris une phase paléozoïque, l'Europe se rapprochant du pôle N, une phase mésozoïque, l'Europe se rapprochant de l'équateur, une phase cénozoïque correspondant à la première et enfin une phase quaternaire. Malgré tous les arguments mis en avant par M. Simroth, cette manière de voir se heurte à une difficulté fondamentale, c'est que les oscillations du mouvement pendulaire qu'il suppose correspondraient à des durées de valeur très inégale. C. S.

F. DE MONTESSUS DE BALLORE. LA SCIENCE SÉISMOLOGIQUE. 579 pages, 222 figures, 1907. Armand Collin, éditeur, Paris.

Le comte de Montessus de Ballore, bien connu par ses nombreux travaux concernant les tremblements de terre du monde entier, vient de faire paraître un traité de séismologie, qui est appelé à rendre de signalés services.

Ce nouvel ouvrage fait suite à une publication du même auteur que nous avons déjà analysée ici, intitulée « *Les tremblements de terre (Géographie séismologique)* » ; il a pour but d'exposer l'état actuel des méthodes employées dans l'étude des tremblements de terre et les progrès considérables qui ont été réalisés dans ce domaine pendant ces dernières années.

Après une introduction, dans laquelle il insiste en particulier sur la nécessité de tenir toujours compte des données géologiques dans l'interprétation de chaque phénomène séismique, l'auteur fait un exposé historique détaillé du développement de la séismologie. Puis il aborde l'étude des macroséismes, qu'il envisage d'abord au point de vue de leur intensité, discutant toutes les

échelles d'intensité proposées successivement par Mallet, de Rossi et Forel, Bassani, Mercalli, Davison, Omori et Cancani, et faisant ressortir les avantages de l'échelle de Cancani, qui est à la fois précise et d'un emploi facile.

A propos de la direction du mouvement séismique M. de Montessus montre clairement l'incertitude des données fournies soit par l'observation directe, soit par les instruments et arrive à cette conclusion que la notion de direction se réduit en somme à une notion d'élongation maximum du mouvement sur un point, élongation qui est dirigée d'une façon quelconque relativement à la ligne qui relie ce point au point de départ de l'ébranlement.

La notion de l'épicentre et de l'hypocentre est discutée en détail et l'auteur développe l'idée que dans la plupart des cas il n'existe en réalité ni épicentre ni hypocentre localisés, mais que des compartiments entiers de l'écorce ont subi simultanément le même mouvement. Du reste les méthodes destinées à fixer l'épicentre et surtout l'hypocentre sont peu précises sinon complètement inapplicables.

Après un court chapitre consacré à la fréquence séismique, M. de Montessus aborde la question des répliques de séismes; il montre que la façon dont les chocs principaux et secondaires sont répartis dans chaque cas particulier varie énormément et qu'il y a dans cette répartition un phénomène beaucoup plus complexe qu'on ne l'a admis généralement. Il étudie aussi en détail les bruits séismiques, soit ceux qui accompagnent les séismes perceptibles, soit ceux qui se produisent sans secousse sensible mais qui pourtant sont certainement aussi d'origine séismique.

Du chapitre suivant, consacré aux séismes sous-marins et à leur repercussion à la surface de l'eau, il ressort surtout deux faits importants : d'une part les séismes survenant en pleine mer ne provoquent à la surface que des trépidations peu importantes; d'autre part les tremblements de terre qui affectent les régions littorales peuvent produire au contraire d'énormes vagues, dont la propa-

gation est beaucoup plus rapide que celle des vagues de tempête la presque totalité des grandes vagues anormales ou tsunamis sont d'origine séismique.

M. de Montessus discute longuement les diverses relations supposées entre les phénomènes séismiques et différents phénomènes météorologiques, géophysiques, astronomiques, etc... il conclut à l'indépendance complète des macroséismes relativement à de longues durées déterminées, aux saisons, aux variations de la température ou de la pression barométrique, aux heures du jour, aux phases de la lune ; il admet par contre qu'il peut y avoir une relation entre les tremblements de terre et les variations de la ligne des pôles, en ce sens, que les deux phénomènes pourraient dans certains cas se rattacher tous deux à un même déplacement de masse en profondeur. Il considère aussi comme possible qu'il y ait réaction réciproque entre les mouvements séismiques d'une part, le magnétisme et l'état électrique locaux de l'autre, en insistant toutefois sur l'insuffisance des donnés réunies jusqu'ici dans ce domaine. Enfin il montre le peu de résultat qu'on a obtenu dans l'étude des relations entre les séismes et les coups de grisou.

Dans une seconde partie de son volume, M. de Montessus traite des microséismes et des téléséismes. Après un chapitre consacré aux instruments séismographiques et un autre décrivant les diverses particularités des séismogrammes, cette partie de l'ouvrage contient une étude critique des observations faites sur la propagation des secousses, de laquelle il découle clairement que les séismes se propagent sous forme de trois ondes bien distinctes : les ondes longitudinales et les ondes transversales qui se propagent en ligne à peu près droite du point ébranlé à chaque point d'observation et dont les vitesses croissent avec la distance, parce que plus celle-ci augmente, plus la ligne de choc passe profondément dans les zones plus denses de la terre, tout en conservant des valeurs qui ont entre elles un rapport de $^2/_1$ ou de $\sqrt{^3/_1}$; les ondes superficielles qui suivent à une faible profondeur la surface et dont la vitesse reste la même à toutes les

distances, mais est influencée par contre par les inégalités géologiques du sol.

Tandis que l'auteur avait montré plus haut le caractère nettement géotectonique des tremblements de terre francs, il constate au contraire que parmi les phénomènes microséismiques il existe des oscillations pulsatoires à lente période, dont l'origine est certainement exogène, en relation avec les forts gradients barométriques et les vents violents. Ce genre de mouvements, non séismiques, est du reste encore fort mal connu.

La troisième partie de la « Science séismologique » est consacrée aux mégaséismes ou séismes destructeurs. A ce propos M. de Montessus commence par décrire une série d'exemples de failles et de fissures qui sont nées pendant des tremblements de terre ; puis il parle des vagues à propagation lente, connues sous le nom d'ondes gravifiques, qui semblent ne se produire que dans les sols meubles et imprégnés d'eau, en sorte qu'on peut les considérer comme un contrecoup de l'ébranlement séismique dans un milieu non solide.

Enfin la dernière partie du livre de M. de Montessus a un but directement pratique ; elle montre dans toute une série de cas les points de maximum de dégats et les conditions spéciales du relief ou de la constitution du sol qui ont pu intervenir ; elle décrit les effets des séismes destructeurs sur les différents types de constructions et fait ressortir quelles sont d'une part les formes architecturales qu'il faut proscrire absolument dans les régions séismiques, d'autre part celles qui se recommandent au contraire par leur stabilité.

Nous trouvons donc, dans l'ouvrage analysé ici, un ensemble très intéressant de faits et d'idées concernant les phénomènes séismiques ; l'auteur a rendu compte très consciencieusement de la bibliographie des divers sujets, en exposant souvent longuement des opinions qu'il ne partageait pas lui-même. Nous regrettons seulement qu'à la fin de ses chapitres extrêmement touffus M. de Montessus n'ait pas résumé en quelques lignes les conclusions qu'il croyait pouvoir tirer des nombreux faits énumérés.

C. S.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux de Chimie faits en Suisse

1907

Septembre

175. Bermann (M.). Recherches sur l'oxydation des homologues du benzène et de l'azobenzène. *Thèse*. Genève (Dr Darier).

176. Breslauer (J.) und Pictet (Amé). Ueber einige Kondensationsprodukte des Formaldehyds. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* 40. 3784.

177. Brunel (Robert). Contribution à l'étude des composés azonium hydroxylés. *Thèse*. Genève (Dr Kehrmann).

178. Castoro (Nicola). Sulla preparazione dell' argento colloidale. Zurigo. Lab. di chim. agraria del Politecn. — *Gazz. chim.* 37 (1) 391.

179. Eickelpasch (Friedrich). Ueber methoxylirte Dioxychinone. *Dissert.* Basel (Prof. Fichter).

180. Feidel (Hermann). Ueber Alkaliarsenigmolybdate. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

181. Fichter (Fr.) und Probst (Hans). Zur Kenntnis des Methyl-chindolanols. Basel. Univ.-Lab. I. — *Berichte* 40. 3478.

182. Forschmann (Isaac). Analytische Studien über die Anwendung des Ammoniumpersulfates zur Trennung des Mangans von Kupfer und Zink. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

183. Goppelsrœder (Friedrich). Neue Capillar- und Capillaranalytische Untersuchungen. Basel. — *Verh. der naturf. Ges. in Basel* 19 (2) 1.

184. Grandmougin (Eug.) und Freimann (H.). Einwirkung von Diazoniumchlorid auf die p-Oxybenzoesäure. Zürich. Chem.-techn. Lab. des Polytechn. — *Berichte* 40. 3453.

185. Grandmougin (Eugen), Guisan (J. R.) und Freimann (H.). Ueber Diazoderivate der Salicylsäure. Zürich. Chem.-techn. Lab. des Polytechn. — *Berichte* 40. 3450.

186. GREINACHER (H.). Ueber die Masse der α-Partikel radioaktiver Substanzen. Zürich. — *Naturw. Rundschau* **22**. 481. 493.

187. GYR (Ernst). Conductibilités limites dans quelques dissolvants inorganiques. *Thèse*. Lausanne (Prof. Dutoit).

188. HERSCHFINKEL (Heinrich). Ueber Molybdate, Sulfomolybdate, Phosphor- und Arsenmolybdate des Rubidiums und Caesiums. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

189. HOZ (Heinrich Adolf). Untersuchungen über Diphenylamindicarbonsäuren. *Dissert.* Genf (D[r] Ullmann).

190. KAUFLER (Felix). Zur Erklärung der Ueberspannungswirkung. Zürich. Elektrochem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. Elektroch.* **13**. 633.

191. KOSTANECKI (St. v.). Weitere Synthesen in der Flavongruppe. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 3669.

192. KOSTANECKI (St. v.), LAMPE (V.) und MARSCHALK (Ch.). Synthesen von Leuko-Cumaranketonen. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 3660.

193. LABHARDT (Hans P.). Darstellung von Akridonen und Xanthonen aus arylirten Anthranil- resp. Salicylsäuren. *Dissert.* Genf (D[r] Ullmann).

194. LAUBÉ (Ed.). Ueber neue Anthrachinonderivate. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 3562.

195. LORENZ (Richard) und MOHN (A.). Der Neutralpunkt der Wasserstoffelektrode. Zürich. Lab. für physikal. Ch. des Polytechn. — *Zeitschr. physikal. Ch.* **60**. 422.

196. MEAGLIA (Luigi). Sur quelques essais de détermination des poids atomiques du plomb, du cadmium et du zinc. *Thèse*. Genève (Dr Cantoni).

742 *bis*. MEISTER (Wilhelm). Ueber die Konstitution der Methazonsäure. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **40**. 3435.

197. MOHN (Arnold). Bestimmung der elektromotorischen Kraft der Wasserstoff-Elektrode in neutraler Lösung. *Dissert.* Zürich (Prof. Lorenz).

198. NICOLLIER (Marius). Conductibilités limites de deux électrolytes binaires dans quelques dissolvants organiques. *Thèse*. Lausanne (Prof. Dutoit).

199. NIETZKI (R.) und BECKER (Victor). Zur Kenntnis der Oxazinfarbstoffe. Basel. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 3397.

200. OTTIKER (August). Molekulare Grenzleitfähigkeiten binärer Elektrolyte in Pyridin und in Propylalkohol. *Dissert.* Lausanne (Prof. Dutoit).

201. Pelet (L.). Les colloïdes. Lausanne. — *J. suisse de chimie* **45**. 551. 566. 583. 595 et 628.

58 *ter*. Pelet (L.) et Garuti (V.). Dosage des matières colorantes. Lausanne. — *Revue gén. des mat. col.* **1907**. 269.

202. Pelet (L.) und Grand (L.). Ueber den Einfluss von Salzen auf den Färbungsvorgang. Lausanne. Lab. de ch. industr. de l'Univ. — *Zeitschr. Kolloïde* **2**. 83.

203. Pfeiffer (P.). Zur Kenntnis der Bisaquo-chromsalze. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 3828.

204. Pfeiffer (P.) und Möller (W.). Zur Polymerisation des Phenyl-propiolsäureesters. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 3839.

205. Philosophoff (Peter). Ueber die Bestimmung von Kohlensäure im Elektrolytchlor, im Chlorkalk und in Bleichflüssigkeiten. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Chem.-Zeitung* **31**. 959.

140 *bis*. Pictet (Amé) et Court (G.). Sur quelques nouveaux alcaloïdes végétaux. Genève. Lab. de ch. org. de l'Univ. — *Bull. de la Soc. chimique* (4) **1**. 1001.

140 *ter*. Pictet (Amé) und Court (G.). Ueber einige neue Pflanzenalkaloïde. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 3771.

206. Reverdin (Frédéric). Sur l'éther méthylique de l'acide amino-p-diméthylaminobenzoïque. Genève. Lab. de ch. org. de l'Univ. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **24**. 248 et *Bull. de la Soc. chimique* (4) **1**. 995.

206 *bis*. Reverdin (Frédéric). Ueber den Methylester der m-Amino-p-dimethylamino-benzoesäure. Genf. Org. Lab. der Univ. — *Berichte* **40**. 3686.

207. Ricevuto (A.). Die Säurekonzentrationsschale von Hartmann und Benker. Zürich. Chem.-techn. Lab. des Polytechn. — *Chem.-Zeitung* **31**. 960.

208. Sabo (Charles). Etude de quelques dérivés hydroxylés de l'oxazine et de composés azonium. *Thèse*. Genève (Dr Kehrmann).

209. Stamm (Ludwig.) Beiträge zur Kenntnis der Flavongruppe. *Dissert.* Bern (Prof. von Kostanecki).

210. Walter (Otto). Zur Kenntnis des p-Diphenylphenols. *Dissert.* Basel (Prof. Fichter).

211. Werner (A.). Valency. Zürich. — *Chem. News* **96**. 128.

212. Willstætter (Richard) und Heubner (Wolfgang). Ueber eine neue Solanaceenbase. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **40**. 3869.

213. Willstætter (R.) und Kametaka (Tskuhei). Notiz über Cyclononanon. Zürich. — *Berichte* 40. 3876.

Octobre

214. Arthus (Maurice). Précis de chimie physiologique. 5e éd. (Paris) Lausanne.

770 *bis*. Berl (E.) und Rittener (A.). Ueber die Einwirkung von Kohlendioxyd auf die Sulfide des Natriums und des Calciums und von Schwefelkohlenstoff auf Natriumcarbonat. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. angew. Ch.* 20. 1637.

215. Bistrzycki (A.) und Mauron (Louis). Anomalien bei der Kondensation von Benzilsäure mit Benzolhomologen. Freiburg. I. Chem. Lab. der Univ. — *Berichte* 40. 4060.

845 *bis*. Bœhringer (Rudolf). Ueber Chindolin und seine Derivate. *Dissert.* Basel (Prof. Fichter).

68 *bis*. Cederberg (Knut Hilmer). Untersuchungen über Glycyrrhizin und andere Bestandteile im Süssholz. *Dissert.* Bern (Prof. Tschirch).

216. Decker (Herman) und Fellenberg (Theodor von). Ueber Phenopyrylium und höhere homologe und isologe Pyryliumringe. Genf. — *Annalen* 356. 281.

217. Déléano (Nicolas T.). Etude sur le rôle et la fonction des sels minéraux dans la vie de la plante. Genève. Inst. de botanique.

218. Feuerlein (Karl). Ueber die synthetische Verwendung der Alkylsulfate. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

219. Gockel (Albert). Ueber die in der Atmosphäre enthaltene radioaktive Materie. Freiburg. — *Physikal. Zeitschr.* 8. 701

220. Grandmougin (Eug.) und Guisan (J. R.). Reduktion von o-nitrierten Azosalicylsäuren mit Natriumhydrosulfit. Zürich. Chem.-techn. Lab. des Polytechn. — *Berichte* 40. 4205.

221. Grote (Fritz). Kraft- und Stoffwechselversuch mit hydrolysiertem Eiweiss am Hund. *Dissert.* Basel (Prof. His).

222. Hinterlach (Ernst). Ueber Einwirkung des Semicarbazides auf ungesättigte α,β-Ketone und Ester. *Dissert.* Basel (Prof. Rupe).

223. Kiesel (A.). Versuche mit dem Stanekschen Verfahren zur quantitativen Bestimmung des Cholins. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* 53. 215.

224. Kreis (Hans). Beitrag zur Untersuchung der Trinkbranntweine. Basel. — *Chem.-Zeitung* 31. 999.

225. Liechtenhan (Karl). Ueber Cinensäure. *Dissert.* Basel (Prof. Rupe).

226. Luftensteiner (Hans). Zur Chemie der Molekülverbindungen des Zinns. *Dissert.* Zürich (Dr Pfeiffer).

227 Lunge (G.) und Berl (E.). Taschenbuch für die anorganisch-chemische Grossindustrie (Berlin) Zürich.

228. Lunge (G.) und Berl (E.). Zur Bestimmung der Oxyde des Stickstoffs und zur Theorie des Bleikammerprozesses. Zürich. — *Zeitschr. angew. Ch.* 20. 1713.

229. Mierzejewski (Lucyan). Ueber 2-Amido-8-naphtol-6-sulfosäure. *Dissert.* Basel.

713 *bis*. Osann (Wilhelm). Zur Chemie der Dipyridinchromsalze. *Dissert.* Zürich (Dr Pfeiffer).

230. Pfeiffer (P.). Hydroxypyridinchromsalze. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Berichte* 40. 4026.

231. Pfeiffer (P.). Beitrag zur Theorie der Hydrolyse. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Berichte* 40. 4036.

232. Pfeiffer (P.) und Tilgner (M.). Dirhodanatotetrammin-chromisalze. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Zeitschr. anorg. Ch.* 55. 361.

233. Pietsch (W. Hunold). Zur Kenntnis gemischter Luteosalze. *Dissert.* Zürich (Dr Pfeiffer).

234. Rackwitz (Heinrich). Ueber westafrikanische Copale, speziell über den Angola-Copal und über den Kamerun-Copal. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* 245. 415 und *Dissert.* Bern (Prof. Tschirch).

235. Read (John). Untersuchungen in der Cumar- und Cumarinsäurereihe. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

236. Schaarschmidt (Alfred). Ueber den wechselnden Affinitätswert einfacher Bindungen. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

526 *bis*. Schreiber (Berthold). Synthese eines Isomeren des Kämpferols. *Dissert.* Bern (Prof. von Kostanecki).

237. Schulze (E.) und Godet (Ch.). Zur Kenntnis des Glutamins. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Landw. Vers.-Stationen* 67. 313.

79 *bis*. Theimer (Eugen). Beiträge zur Synthese der Fette: Unsymmetrische Glyceride. *Dissert.* Zürich (Dr Grün).

155 *bis*. Tschirch. Ueber Pektin und Protopektin. Bern. — *Schweiz. Wochenschr.* 45. 610.

238. Wegelin (Gustav). Kritische Prüfung der wichtigsten Methoden zur Bestimmung der Salpetersäure. *Dissert.* Zürich (Prof. Treadwell).

239. Werner (A.). Ueber Dihydroxo-tetrammin-platinverbindungen. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 4093.

240. Werner (A.). Ueber Hydroxo-pentammin-kobaltisalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 4098.

241. Werner (A.). Ueber Hydroxo-aquo-tetrammin-kobaltisalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 4113.

242. Werner (A.). Ueber Hydroxo-nitro-tetrammin-kobaltisalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 4117.

243. Werner (A.). Ueber anomale anorganische Oxoniumsalze, eine neue Klasse basischer Salze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 4122.

244. Werner (A.). Ueber Chloro-nitro-tetrammin-kobaltisalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 4128.

245. Werner (A.). Zur Theorie der Basen. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 4133.

246. Werner (A.) und Dubsky (J). Ueber Dihydroxo-diaquo-diammin-chromsalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 4085.

247. Willstætter (Richard) und Bruce (James). Zur Kenntnis der Cyclobutanreihe. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **40**. 3979.

248. Willstætter (Richard) und Parnas (Jakob). Ueber amphi-Naphthochinone. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **40**. 3971.

249. Woker (G.). Probleme der katalytischen Forschung. (Leipzig) Bern.

Novembre.

250. Abderhalden (Emil) und Bloch (Bruno). Untersuchungen über den Eiweissstoffwechsel, ausgeführt an einem Alkaptonuriker. Berlin (Chem. Inst.) und Basel (Med. Klinik). — *Zeitschr. physiolog. Ch.* **53**. 464.

251. Baumhauer (H.). Ueber die Doppelbrechung und Dispersion bei einigen Platindoppelcyanüren. Freiburg. — *Zeitschr. Krystallogr.* **44**. 23.

252. Becker (Victor). Zur Kenntnis der Aminonaphtole. *Dissert.* Basel (Prof. Nietzki).

253. Bistrzycki (A). und Mauron (Louis). Die Abspaltung von Kohlenmonoxyd aus der einfachsten tertiären Säure, der Trimethylessigsäure. Freiburg. I. Chem. Lab. der Univ. — *Berichte* **40**. 4370.

254. Bosshard (H.). Beiträge zur Kenntnis der Beckmann'schen Umlagerung. *Dissert.* Zürich. (Prof. Werner).

176 *bis*. BRESLAUER (I.). Sur quelques nouvelles réactions de l'aldéhyde formique. *Thèse*. Genève (Prof. Pictet).

255. DUPARC (Louis) et MONNIER (Alfred). Traité de chimie analytique qualitative. 2[e] éd. Genève.

256. FICHTER (Fr.), FRÖHLICH (J.) und JALON (Max). Ueber das 1 - Methyl - 2 - Aminophen - 4. 5 - dithiol. Basel. Univ.-Lab. I. — *Berichte* **40**. 4420.

257. FOX (Milton G.). Ueber die elektromotorische Kraft einiger geschmolzener Halogen-Schwermetallketten. *Dissert.* Zürich (Prof. Lorenz).

650 *ter*. GNEHM (R.). Beiträge zur Kenntnis der Thiazine. Ueber Derivate des Methylenblaus. Zürich. — *J. prakt. Ch.* **76**. 401.

17 *bis*. GNEHM (R.). Beiträge zur Kenntnis der Thiazine. Ueber Derivate des Tetraäthylthionins. Zürich. — *J. prakt. Ch.* **76**. 471.

62 *bis*. GNEHM (R.). Beiträge zur Kenntnis der Thiazine. Ueber Derivate alkylierter Benzylaniline. Zürich. — *J. prakt. Ch.* **76**. 489.

258. GOLDBERG (Irma). Ueber Phenylierung von primären aromatischen Aminen. Genf. — *Berichte* **40**. 4541.

166 *ter*. GRAND (Louis). Sur la fixation de quelques matières colorantes par les substances minérales. *Thèse*. Lausanne (Prof. Pelet).

259. GRANDMOUGIN (E.). Note sur les couleurs quinone-oximes. Zürich. Lab. du Polytechn. — *Revue gén. des mat. colorantes* **11**. 189.

260. GRANDMOUGIN (E.). Note sur les diazos stables. Zürich. Lab. du Polytechn. — *Revue gén. des mat. color.* **11**. 232.

261. HEFTI (Fritz). Bestimmung minimaler Mengen Arsen. Bestimmung grösserer Mengen Arsen auf elektrolytischem Wege. *Dissert.* Zürich (Prof. Treadwell).

262. LEUCHTENBERGER (Karl). Ueber ein falsches Euphorbium und das Harz von Pinus Jeffreyi. *Dissert.* Bern (Prof. Tschirch).

263. LORENZ (Richard). Die elektrolytische Dissoziation geschmolzener Salze. Zürich. Lab. für physikal. Ch. des Polytechn. — *Berichte* **40**. 4378.

264. LUKSCH (Ernst). Ueber Curcuma-Oel. *Dissert.* Basel (Prof. Rupe).

265. OESTERLE (O. A.) und TISZA (Ed.). Zur Kenntnis des Morindins. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* **245**. 534.

266. Pelet (L.). Premières leçons de chimie. 3e éd. Lausanne.

726 *ter*. Pelet (L.) et Corni (G.). Sur la préparation des nitrites alcalins. Lausanne. — *Revue gén. des mat. colorantes* 1907. 343.

267. Rasp (Carl). Die Einwirkung der Seifen für sich und in Verbindung mit Phenol auf die Bakterien vom chemischen Standpunkte aus betrachtet. Bern. Inst. für Infektions-Krankheiten. — *Zeitschr. Hyg.* 58. 45 und *Dissert.* Bern (Prof. Kolle).

268. Rieben (Ernst). Ueber den Zerfall von Pillen im Magendarmkanal. Bern. Inst. für med. Ch. der Univ. — *Archiv der Pharm.* 245. 502.

269. Rosanow (Jean). Contribution à l'étude des dérivés du triphényl- et du diphényl-naphtylméthane. *Thèse.* Fribourg (Dr Schmitz).

270. Rupe (H.) und Busolt (E.). β-Phenyl-zimmtsäure (ββ Diphenylacrylsäure). Basel. Univ.-Lab. II.—*Berichte* 40. 4537.

906 *bis*. Rupe (H.) und Splittgerber (I.). Zur Kenntnis der beiden Amino-campholsäuren. Basel. — *Berichte* 40. 4311.

271. Siebeneicher (Karl). Ueber Methyl-o-Phenanthrolin-Metallverbindungen. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

272. Treadwell (F. P.) und Meyer (V.). Tabellen zur qualitativen Analyse (Berlin) Zürich.

273. Tsakalotos (D. E.) et Mettler (Eric). Tables numériques et logarithmiques à l'usage des chimistes (Paris) Genève.

274. Weinstein (Sophie). Untersuchungen über den salzigen Geschmack der Salze. *Dissert.* Zürich (Dr Höber).

275. Werner (A.). Ueber mehrkernige Metallammoniake. Ueber Tetraäthylendiamin-diaquo-tetrolkobaltodikobaltisalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* 40. 4426.

276. Werner (A.). Ueber mehrkernige Metallammoniake. Ueber Octammin-dioldikobaltisalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* 40. 4434.

277. Werner (A.). Zur Konstitution basischer Salze und analog konstituierter Komplexsalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* 40. 4441.

278. Werner (A.). Ueber mehrkernige Metallammoniake. Ueber Octammin-μ-amino-ol-dikobaltisalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* 40. 4605.

279. Willstætter (Richard) und Bruce (James). Reduktion des Trimethylens. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* 40. 4456.

Décembre.

280. Baume (Georges). Recherches expérimentales sur les gaz anhydride sulfureux, oxyde de méthyle et chlorure de méthyle. *Thèse*. Genève (Prof. Guye).

281. Berl (E.) und Klaye (A.). Zur Kenntnis der hochnitrierten Cellulose, Hydrocellulose und Oxycellulosen. Zürich. — *Zeitschr. Schiess- und Sprengstoffe* 2. 382.

282. Berl (E.) und Klaye (A.). Ueber stufenweise Nitrierung von Cellulose und über Denitrierung von Cellulosenitraten. Zürich. — *Zeitschr. Schiess- und Sprengstoffe* 2. 403.

146 *bis*. Borel (Henri). Die Ringschlüsse bei Derivaten des Diphenyls, Diphenylmethans und Diphenyläthans. *Dissert*. Zürich (Dr Kaufler).

283. Briner (E.) et Durand (E.). Formation de l'ozone par l'action de l'effluve à basse température. Genève. — *Comptes rendus* **145**. 1272.

284. Cantoni (H.) et Jolkowski (Mme). Sur la décomposition des tartrates calcique et barytique par les chlorures alcalins. Genève. Lab. de ch. anal. de l'Univ. — *Bull. de la Soc. chimique* (4) **1**. 1181.

285. Cantoni (H.) et Rosenstein (M.). Sur le dosage volumétrique du nickel. Genève. Lab. de ch. anal. de l'Univ. — *Bull. de la Soc. chimique* (4) **1**. 1163.

286. Duboux (Marcel) et Dutoit (Paul). Sur une méthode de détermination de l'alcool du vin. Lausanne. Lab. de ch. physique de l'Univ. — *J. suisse de chimie* **45**. 753. 773.

287. Fichter (Fr.) und Guggenheim (Markus). Ueber die Einwirkung von Phenylhydrazin auf Itadibrombrenzweinsäure. Basel. Chem. Inst. der Univ. — *J. prakt. Ch.* **76**. 545.

288. Guye (Ph. A.). Sur la méthode des densités-limites et son application au poids atomique de l'azote. Genève. — *Comptes rendus* **145**. 1164.

289. Guye (Ph. A.). Application de la méthode des densités limites aux vapeurs organiques. Genève. — *Comptes rendus* **145**. 1330.

290. Hartwich (C.). Ueber den giftigen Sternanis. Zürich. — *Schweiz. Wochenschr.* **45**. 798.

291. Höber (Rudolf). Zur Kenntnis der Neutralsalzwirkungen. Zürich. Physiolog. Inst. der Univ. — *Beitr. chem. Physiol.* **11**. 35.

59 *bis*. Jenny (Georges). Sur l'oxyde de brucine. *Thèse*. Genève (Prof. Pictet).

292. KOSTANECKI (St. v.) und LAMPE (V.). Zur Kenntnis des Catechins. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 4910.

293. LÜDY. Oleum templinum und seine Darstellung. — *Schweiz. Wochenschr.* **45**. 798.

294. PELET-JOLIVET (L.). Sur la dissociation des combinaisons de colorants acides aux colorants basiques par les substances adsorbantes. Lausanne. — *Comptes rendus* **145**. 1182.

294 *bis*. PELET-JOLIVET (L.). Ueber die Dissoziation der Verbindungen der sauren Farbstoffe mit den basischen Farbstoffen durch adsorbierende Substanzen. Lausanne. — *Zeitschr. Kolloïde* **2**. 216.

295. PELET-JOLIVET (L.) et ANDERSEN (N.). Sur l'influence des acides et des bases sur la fixation de colorants acides et basiques par la laine. Lausanne. — *Comptes rendus* **145**. 1340.

296. PFEIFFER (P.). Zur Stereochemie des Chroms. Systematik der stereoisomeren Chromsalze. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Zeitschr. anorg. Ch.* **56**. 261.

297. PFEIFFER (P.) Zur Stereochemie des Chroms. Die isomeren Dibromosalze. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Zeitschr. anorg. Ch.* **56**. 278.

60 *ter*. PICTET (Amé) und RILLIET (Auguste). Sur la condensations du pyrrol avec l'aldéhyde formique et le chlorure de méthylène. Genève. Lab. de ch. org. de l'Univ. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **24**. 575.

298. RUPE (H.). Ueber Curcumaöl. Basel. Univ.-Lab. II. — *Berichte* **40**. 4909.

222 *bis*. RUPE (H.) und HINTERLACH (E.). Ueber die Einwirkung von Semicarbazid auf ungesättigte Verbindungen. Basel. — *Berichte* **40**. 4764.

299. TESSLER (Abr.). Sur l'oxydation de quelques hydrocarbures aromatiques et leurs dérivés. *Thèse*. Genève (Dr Darier).

300. WERNER (A.). Ueber 1.2-Dichloro-tetrammin-kobaltisalze (Ammoniak-violeosalze). Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 4817.

301. WERNER (A.). Ueber mehrkernige Metallammoniake. Ueber Hexammin-triol-dikobaltisalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **40**. 4834.

302. WILLSTÆTTER (Richard) und PFANNENSTIEL (Adolf). Ueber Rodophyllin. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Annalen* **358**. 205.

303. ZIESER (Waldemar). Beiträge zur Kenntnis des Kautschuks und der Guttapercha. *Dissert.* Bern (Prof. Tschirch).

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE FÉVRIER 1908

Le 1er, légère chute de grésil et de neige à 10 h. du matin.
2, légère chute de neige dans la soirée et forte bise.
3, forte bise le matin.
4, forte bise pendant la plus grande partie de la journée.
5, violente bise l'après-midi.
7, gelée blanche le matin.
8, gelée blanche le matin et brouillard.
9, gelée blanche le matin.
10, très forte bise l'après-midi.
12, gelée blanche le matin.
13, gelée blanche le matin.
14, gelée blanche le matin.
17, légère gelée blanche le matin ; neige à 1 h. et pluie depuis 4 h. du soir.
18, pluie dans la nuit et pendant la plus grande partie de la journée ; fort vent.
19, neige sur le Salève : pluie depuis 7 h. du soir.
20, pluie dans la nuit, à 7 h. du matin et à 1 h. du soir.
23, pluie depuis 7 h. du soir.
24, pluie dans la nuit ; neige et grésil dans l'après-midi.
25, neige à 7 h. et à 10 h. du matin, et à 10 h. du soir ; hauteur 4 cm.
26, pluie dans la nuit.
28, pluie le matin et depuis 7 h. du soir ; très fort vent pendant toute la journée.

Hauteur totale de la neige : 4 cm tombés en 1 jour.

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	24.7	22.5	23.2	23.82	− 3.63	22.1	26.1	N. 0	SW. 1	SE. 0	calme	1.7	10	10	0	8	...	0.6	....
2	24.6	25.2	25.1	24.93	− 2.48	21.3	25.4	N. 1	NNE. [illegible]	NNE. 2	NNE. 3	**25.8**	4	4	4	3	2.8	....	....
3	27.2	28.2	28.8	27.62	+ 0.26	25.4	28.9	NNE. 2	NNE. 3	NNE. 0	NNE. 2	15.7	0	2	8	3	6.0	....	....
4	24.6	26.7	30.0	26.94	− 0.37	24.4	30.4	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 3	NNE. 2	12.6	6	0	0	1	**8.0**	....	....
5	32.8	33.3	35.3	33.10	+ 5.81	30.4	36.4	NNE. 1	NNE. 3	NNE. 3	NNE. 3	25.0	8	4	7	4	5.0	....	....
6	40.1	41.0	42.0	40.49	+13.28	37.4	42.0	NNE. 2	N. 1	N. 0	N. 1	5.3	10	3	8	4	4.5	....	....
7	42.8	41.3	40.7	**41.92**	**+14.76**	40.2	**42.9**	NNE. 0	N. 1	W. 0	var.	2.1	0	0	0	0	5.7	....	....
8	38.8	37.4	36.3	37.91	+10.80	36.2	40.3	E. 0	NE. 1	WSW. 0	var.	2.0	8	0	0	1	4.9	....	....
9	35.8	36.4	35.7	35.86	+ 8.81	35.2	36.5	W. 1	W. 0	W. 1	var.	2.0	8	4	9	6	3.3	....	....
10	35.6	35.1	36.6	35.79	+ 8.79	34.9	37.0	NW. 0	NNE. 2	NNE. 3	NNE. 1	12.8	1	0	6	1	7.0	....	....
11	38.5	39.4	40.8	39.37	+12.43	37.4	40.9	NNE. 2	N. 1	NW. 1	N. 1	8.1	1	0	0	0	7.1	....	....
12	40.4	36.2	37.5	38.92	+12.04	36.2	40.7	NW 1	N. 1	NW. 1	NW. 1	2.6	0	2	0	1	5.8	....	....
13	36.2	34.8	34.3	35.49	+ 8.67	33.7	37.6	WNW 1	NNW. 1	NNW 1	NNW. 1	2.1	0	0	0	0	7.6	....	....
14	35.3	35.0	37.0	35.55	+ 8.79	34.9	37.3	WNW 0	NNW. 1	NW. 0	NNW. 1	1.8	1	6	8	6	4.1	....	....
15	38.3	38.2	36.0	37.74	+11.04	35.6	39.2	WNW 0	WNW 0	SSW. 1	calme	3.1	10	4	6	6	3.7	1.3	1
16	32.3	33.6	36.9	34.37	+ 7.73	32.2	37.1	SW. 3	W. 1	SW. 0	W. 1	8.4	5	6	7	7	2.5	....	....
17	34.6	31.4	25.6	31.54	+ 4.96	24.5	36.5	SW. 1	W. 2	WNW 1	W. 1	3.2	8	6	10	9	...	15.0	11
18	24.8	24.9	24.5	24.53	− 1.99	23.5	25.6	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 2	17.8	10	10	10	10	...	8.0	**16**
19	24.0	24.6	25.0	24.62	− 1.81	23.7	26.1	NW. 1	SW. 1	SSE. 1	var.	5.2	10	10	10	10	...	3.0	12
20	26.6	28.5	30.2	28.02	+ 1.63	26.0	30.2	NE. 1	SSW. 1	NW. 1	calme	1.6	10	10	10	10	...	1.8	4
21	30.2	30.2	31.0	30.18	+ 3.85	29.8	31.0	NW 0	NW. 0	SSW. 1	SSW. 1	4.7	9	8	8	8	1.1	....	....
22	30.9	30.8	30.9	30.77	+ 4.50	30.1	31.8	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	8.9	10	8	9	9	2.8	....	....
23	28.6	27.6	24.0	27.32	+ 1.12	21.2	20.2	SSW. 2	SSW. 1	S. 1	SSW. 1	14.2	10	9	10	10	...	**20.3**	10
24	21.7	21.8	22.6	21.91	− 4.23	20.6	23.2	NW. 1	SSW 1	SW. 1	SSW. 1	7.6	9	10	10	9	..	9.1	4
25	21.1	22.5	22.5	21.91	− 4.17	20.5	22.9	SE. 0	S. 1	S. 1	S. 1	5.6	10	9	10	10	...	6.8	6
26	23.0	26.8	29.4	25.57	− 0.44	21.2	29.5	SW. 1	W. 0	SW. 1	calme	1.2	10	8	10	8	0.3	....	....
27	27.9	27.9	25.6	27.29	+ 1.34	25.0	29.4	N. 1	WNW 1	SW. 1	calme	1.5	10	8	10	9	...	....	....
28	23.0	21.4	14.9	20.69	− 5.20	12.6	24.5	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 3	SSW 2	18.4	8	10	10	10	...	7.4	7
29	13.9	12.4	15.0	**13.66**	**−12.17**	**12.2**	15.3	SSW. 1	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	12.6	9	9	8	8	...	3.5	5
Mois	30.29	30.18	30.26	30.27	+ 3.43							8.06	6.7	5.5	6.5	5.9	2.2	76.8	7

Jour du mois	Température 7 h.	Température 1 h.	Température 9 h.	Température Moyenne 8 Observ.	Température Écart avec la normale	Température Min.	Température Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	Fraction de Saturation en % 1 h.	Fraction de Saturation en % 9 h.	Fraction de Saturation en % Moyenne 8 Obs.	Fraction de Saturation en % Écart av. la norm.	Fraction de Saturation en % Min.	Fraction de Saturation en % Max.	Tempér. du Rhône Midi	Tempér. du Rhône Écart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+ 0.8	+ 2.4	- 1.2	+ 0.38	- 0.07	- 2.0	+ 4.5	82	81	83	81	- 3	65	93	4.5	- 0.3	1315
2	- 0.7	+ 1.1	- 0.6	- 0.38	- 0.89	- 2.2	+ 1.2	76	66	78	73	-11	52	93	....	.....	1315
3	- 4.8	- 3.0	- 3.8	- 3.56	- 4.14	- 4.8	- 2.4	85	82	65	86	- 4	60	90	3.2	- 1.6	1345
4	- 4.0	- 2.4	- 4.2	**- 3.89**	**- 4.54**	- 6.0	- 2.0	76	65	66	69	**-15**	57	80	4.0	- 0.8	1305
5	- 2.0	+ 0.5	- 2.0	- 1.27	- 1.99	- 4.2	+ 2.0	72	78	67	69	**-15**	56	85	3.8	- 1.0	1307
6	- 3.4	- 1.8	- 2.0	- 2.46	- 3.26	- 4.1	- 0.3	77	65	73	74	-10	60	80	3.8	- 1.0	1280
7	- 7.2	+ 1.5	- 1.8	- 2.22	- 3.09	**- 7.3**	+ 3.5	95	73	83	81	- 3	55	96	3.9	- 0.9	1232
8	- 4.4	3.1	- 2.4	- 1.59	- 2.54	- 5.5	5.2	91	78	96	85	+ 2	57	99	4.0	- 0.9	1262
9	- 4.4	2.3	+ 1.1	- 0.99	- 2.02	- 5.2	4.5	95	84	82	**91**	**+ 8**	78	100	....	.....	1235
10	- 1.7	5.2	+ 2.9	+ 2.26	+ 1.15	- 2.4	5.8	92	50	65	69	-14	49	93	4.0	- 0.9	1232
11	- 1.3	2.1	- 1.0	+ 0.48	- 0.72	- 2.6	3.8	78	63	84	71	-12	45	90	4.2	- 0.7	1217
12	- 5.4	2.5	- 0.6	- 1.10	- 2.38	- 5.6	4.6	90	71	82	80	- 3	52	94	4.2	- 0.7	1227
13	- 5.1	4.4	- 0.5	+ 0.07	- 1.30	- 5.3	6.6	90	60	96	80	- 2	45	93	4.4	- 0.5	1210
14	- 3.4	5.2	+ 3.1	1.22	- 0.24	- 4.8	6.6	91	69	83	81	- 1	63	94	4.5	- 0.5	1185
15	+ 0.9	9.9	4.6	4.24	+ 2.69	+ 0.2	10.8	92	61	77	79	- 3	55	92	4.5	- 0.5	1211
16	+ 3.3	6.6	2.5	4.55	+ 2.91	+ 1.8	8.1	87	62	69	72	-10	48	90	....	.....	1135
17	- 2.4	2.8	3.0	0.71	- 1.03	- 2.6	4.0	87	67	100	87	+ 5	65	100	4.5	- 0.5	1187
18	+ 6.1	7.2	5.6	6.27	+ 5.44	+ 3.6	8.6	84	74	78	82	+ 1	73	94	4.6	- 0.5	1155
19	5.2	5.0	3.2	4.66	+ 2.73	2.5	6.6	72	58	86	71	-10	55	90	4.7	- 0.4	1150
20	2.7	5.9	3.8	3.90	+ 1.87	2.0	6.4	92	87	93	89	**+ 8**	82	96	4.7	- 0.4	1197
21	3.4	9.9	7.1	6.07	+ 3.94	2.8	**11.2**	93	67	82	82	+ 1	61	95	4.8	- 0.3	1210
22	6.6	11.0	8.2	**7.90**	**+ 5.67**	6.0	11.0	80	65	58	69	-12	55	83	4.9	- 0.3	1197
23	6.9	9.4	6.7	7.69	+ 5.36	5.8	10.4	72	71	86	73	- 8	60	93	....	.....	1195
24	7.6	1.9	0.1	4.30	+ 1.86	0.0	8.2	65	89	96	83	+ 3	58	98	4.8	- 0.4	1185
25	0.6	3.7	2.5	2.08	- 0.46	0.0	5.2	92	82	82	85	+ 5	72	97	4.5	- 0.8	1150
26	0.6	3.6	2.7	2.31	- 0.34	0.5	4.8	95	81	75	82	+ 2	62	95	4.5	- 0.8	1227
27	0.9	6.3	5.4	3.75	+ 0.99	0.4	8.5	82	57	70	71	- 8	45	88	4.6	- 0.7	1232
28	4.7	6.7	6.6	5.89	+ 3.02	4.5	7.3	74	67	65	**65**	-14	**40**	88	4.7	- 0.7	1252
29	+ 0.8	+ 4.6	+ 0.7	+ 2.11	- 0.87	+ 0.3	+ 5.5	88	47	73	76	- 3	45	92	4.5	- 0.9	1185
Mois	+ 0.03	+ 4.05	+ 1.68	+ 1.84	+ 0.24	- 1.18	+ 5.52	84	70	79	77	- 5			4.35	- 0.61	1226

MOYENNES DE GENÈVE. — FÉVRIER 1908

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	32.51	32.38	32.70	32.24	32.72	32.62	32.80	33.51	32.83
2e »	33.36	33.05	33.10	33.38	32.66	32.61	32.92	33.04	33.01
3e »	24.80	24.28	24.48	25.17	24.59	23.82	24.21	23.58	24.37
Mois	30.41	30.10	30.29	30.79	30.18	29.89	30.25	30.27	30.27

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	−2.58	−3.41	−3.18	−1.51	+0.89	+1.20	−0.77	−1.62	−1.37
2e »	+1.00	+0.32	+0.06	+3.09	+5.16	+5.30	+3.30	+1.77	+2.50
3e »	+4.25	+3.78	+3.56	+4.58	+6.34	+5.75	+4.82	+4.30	+4.68
Mois	+0.77	+0.11	+0.03	+1.97	+4.05	+4.03	+2.37	+1.38	+1.84

Fraction de saturation en %.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
1re décade	78	77	84	80	72	70	77	79	77
2e »	84	84	86	78	67	69	79	86	79
3e »	81	82	82	73	69	71	73	77	76
Mois	81	81	84	77	70	70	73	81	77

Dans ce mois l'air a été calme 201 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{86}{78} = 1.10$.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

	mm
Pression atmosphérique.......	730.24
Nébulosité..................	6.2
Température $\frac{7+1+9}{3}$..	+1°.92
Température $\frac{7+1+2\times 9}{4}$..	+ 1°.86
Fraction de saturation........	78 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

	mm
Press. atmosphér.. (1836-1875)	726.84
Nébulosité.. ..... (1847-1875).	6.7
Hauteur de pluie.. (1826-1875).	36mm.5
Nombre de jours de pluie. (id.).	8
Température moyenne... (id.).	+ 1°.60
Fraction de saturat. (1849-1875)	82 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	135.6	110.0	93.0	92.4	130.3	108.8	58.3

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	50.7	76.8	74.4	53.8	65.0	80.8

Insolation à Jussy : $87^h.7$.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE FÉVRIER 1908

Le 1er, forte bise le matin et le soir ; neige.
2, forte bise pendant tout le jour ; neige.
3, forte bise et brouillard.
les 5, 7, 8 et 9, très forte bise.
le 9, brouillard le soir.
16, neige et forte bise le soir.
18, neige.
19, brouillard et neige.
20, très forte bise et brouillard.
22, forte bise et brouillard.
les 23, 24, 25 26, 28 et 29, neige.
24, 25 26, très forte bise et brouillard.

GRAND SAINT-BERNARD — FÉVRIER 1908

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max	Vent 7 h.	Vent 1 h.	Vent 9 h.	Vent Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	57.2	54.4	53.4	55.0	− 5.4	53.2	57.4	NE. 2	NE. 1	NE. 3	NE. 2	10	10	10	10	11.2	12
2	53.7	54.1	53.8	53.9	− 6.5	53.5	54.3	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	5	6	10	7	3.0	2
3	54.8	55.8	56.1	55.6	− 4.8	54.5	56.4	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	1	10	7	....	....
4	53.9	55.6	58.9	56.1	− 4.2	53.8	59.3	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
5	61.7	62.2	64.3	62.7	+ 2.4	61.3	65.9	NE. 2	NE. 3	NE. 3	NE. 3	0	6	0	2	....	....
6	68.1	69.8	71.7	69.9	+ 9.6	67.9	72.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	4	1	....	....
7	72.8	71.5	71.7	72.0	+11.8	71.4	72.9	NE. 1	NE. 2	NE. 3	NE. 2	0	0	0	0	....	....
8	72.1	70.2	69.4	70.5	+10.3	69.1	72.4	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	0	0	0	0	....	....
9	67.0	66.8	66.6	66.8	+ 6.6	66.3	67.2	NE. 3	NE. 2	NE. 2	NE. 2	0	1	10	4	....	....
10	66.6	66.7	67.7	67.0	+ 6.9	66.5	68.0	NE. 2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	0	0	0	0	....	....
11	69.4	71.5	73.4	71.4	+11.3	69.2	**73.6**	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
12	73.2	73.4	72.6	**73.1**	**+13.0**	72.4	73.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	5	1	2	....	....
13	71.2	70.8	70.3	70.8	+10.8	70.0	71.9	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
14	69.5	69.4	70.1	69.6	+ 9.6	69.3	70.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	2	5	3	3	....	....
15	70.2	70.3	69.2	69.9	+ 9.9	69.0	70.4	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	10	2	1	4	....	....
16	65.4	63.6	67.1	65.4	+ 5.4	63.4	67.3	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	10	10	4	8	4.9	5
17	66.8	65.1	62.0	64.6	+ 4.7	61.5	67.0	NE. 2	SW. 2	SW. 1	SW. 2	4	10	10	8	**39.6**	**44**
18	59.6	61.1	57.5	59.4	− 0.5	56.9	61.9	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	10	10	10	10	....	....
19	55.0	56.4	56.6	56.0	− 3.9	54.8	57.0	NE. 1	NE. 4	NE. 3	NE. 4	10	10	10	10	11.2	10
20	58.2	61.1	63.3	60.9	+ 1.0	58.0	63.5	NE. 3	NE. 3	NE. 2	NE. 3	10	10	10	10	....	....
21	63.8	64.9	65.0	64.4	+ 4.6	63.6	65.2	NE. 2	NE. 1	SW. 2	NE. 2	10	5	0	5	....	....
22	64.7	64.4	64.3	64.5	+ 4.7	64.1	64.9	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	2	10	10	7	....	....
23	63.1	62.5	60.2	61.9	+ 2.1	59.9	63.3	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	5	5	10	7	35.8	39
24	56.2	54.1	53.5	54.6	− 5.2	53.3	57.9	NE. 3	NE. 3	NE. 4	NE. 3	10	10	10	10	11.2	11
25	53.5	54.3	54.4	54.1	− 5.7	53.2	55.0	NE. 3	NE. 3	NE. 2	NE. 3	10	10	10	10	17.5	19
26	55.7	58.3	60.5	54.9	− 4.8	55.4	60.9	NE. 2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	10	10	10	10	4.2	4
27	59.8	59.5	59.3	59.5	− 0.2	59.0	59.9	NE. 2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	0	1	2	1	....	....
28	57.2	56.7	52.5	55.5	− 4.2	52.0	57.5	NE. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	21.2	28
29	47.7	47.9	48.6	**48.1**	**−11.6**	**47.5**	48.8	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	3	10	1	7.9	7
Mois	62.01	62.49	62.55	62.35	+ 2.11							5.1	5.2	5.7	5.3	167.7	181

Jour du mois	Température 7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	Fraction de saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	-14.6	-11.0	-16.6	-14.1	- 5.0	-17.5	-10.8	90	83	88	84	75	96
2	-17.7	-15.7	-17.6	-17.0	- 7.9	-19.0	-15.5	83	78	72	78	65	91
3	-20.4	-17.4	-19.8	**-19.2**	**-10.1**	**21.8**	-17.2	78	73	75	75	69	85
4	-20.0	-16.1	-17.0	-17.7	- 8.7	-21.4	-15.9	64	48	52	55	38	75
5	-16.8	-13.7	-11.6	-14.0	- 5.0	-19.4	-11.4	53	85	43	60	39	86
6	-10.5	- 5.0	- 5.7	- 7.1	+ 1.9	-16.1	- 4.7	26	25	30	27	20	55
7	- 8.3	- 6.2	- 7.4	- 7.3	+ 1.7	- 9.4	- 6.0	47	51	75	58	42	81
8	- 4.8	- 1.4	- 4.6	- 3.6	+ 5.4	- 8.7	- 1.0	50	46	57	51	43	65
9	- 5.6	- 5.2	- 9.4	- 6.7	+ 2.3	- 9.8	- 5.0	57	64	100	71	53	100
10	- 9.8	- 7.4	- 9.0	- 8.7	+ 0.3	-12.8	- 7.2	32	33	48	38	25	83
11	- 8.2	- 3.4	- 3.4	- 5.0	+ 3.9	- 9.8	- 1.8	33	35	23	30	18	48
12	- 5.0	+ 1.6	- 1.2	- 1.5	+ 7.4	- 5.2	+ 3.0	22	20	15	**19**	**9**	23
13	- 0.4	+ 2.9	1.8	+ **0.2**	+ **9.1**	- 1.8	+ **4.0**	18	17	33	23	11	34
14	- 4.4	- 0.2	- 5.6	- 3.4	+ 5.5	- 5.8	+ 0.2	33	24	48	35	22	52
15	- 6.0	- 5.8	- 8.6	- 6.8	+ 2.0	- 8.8	- 4.8	55	75	97	76	54	98
16	- 7.2	- 6.7	-12.1	- 8.8	0.0	-13.0	- 6.5	82	92	95	90	42	96
17	- 6.6	- 4.8	- 4.0	- 5.1	+ 3.7	- 8.8	- 3.0	13	82	100	65	**9**	100
18	- 7.2	- 4.5	- 7.0	- 6.2	+ 2.5	- 7.5	- 4.3	96	86	96	93	72	100
19	- 8.6	- 9.3	-11.2	- 9.7	- 1.0	-12.2	- 8.2	97	97	95	96	88	99
20	- 9.7	- 6.9	- 9.0	- 8.5	- 0.2	-11.8	- 6.7	95	96	95	95	94	98
21	- 6.4	- 1.3	- 6.2	- 4.6	+ 4.0	-10.0	- 1.1	96	100	95	97	72	100
22	- 7.0	- 5.4	- 6.6	- 6.3	+ 2.3	- 7.6	- 5.2	95	98	100	**98**	51	100
23	- 7.4	- 4.0	- 5.4	- 5.6	+ 2.9	- 7.8	- 2.8	95	62	92	82	49	96
24	- 6.2	-10.2	-14.2	-10.2	- 1.7	-15.0	- 5.2	94	87	88	90	80	95
25	-12.8	- 9.4	-11.6	-11.3	- 2.8	-15.2	- 9.2	88	89	89	89	83	92
26	-12.8	- 9.2	-12.6	-11.5	- 3.1	-13.8	- 9.0	88	90	90	89	85	95
27	-12.8	- 7.0	- 7.2	- 9.0	- 0.6	-11.5	- 6.8	90	85	80	85	75	96
28	- 9.7	- 5.8	- 9.2	- 8.2	- 0.1	-10.8	- 5.6	88	67	94	83	25	97
29	-12.0	- 9.5	-15.2	-12.2	- 4.0	-16.0	- 9.3	94	68	97	86	43	99
Mois	- 9.62	- 6.83	- 9.35	- 8.60	+ 0.01	-12.11	- 6.11	67	67	75	70		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — FÉVRIER 1908

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — 0^{mm}.22. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500^{mm} + | **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	62.79	62.71	63.36	62.95	58	59	64	60
2e »	65.85	66.27	66.21	66.11	54	62	70	62
3e »	56.85	58.06	57.59	57.50	92	83	92	89
Mois	62.01	62.49	62.55	62.35	67	67	75	70

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+9\times 2}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 12.85	— 9.91	— 11.87	— 11.54	— 11.62
2e »	— 6.33	— 3.71	— 6.42	— 5.48	— 5.72
3e »	— 9.68	— 6.87	— 9.80	— 8.78	— 9.03
Mois	— 9.62	— 6.83	— 9.35	— 8.60	— 8.79

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{144}{10} = 14.4$.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	87.8	66.5	77.6	167.7
Neige en centimètres....	32^{cm}	63^{cm}	91^{cm}	181^{cm}

SUR LA
DÉGRADATION DES ÉLÉMENTS[1]

PAR

Sir William RAMSAY

(traduit sur le manuscrit anglais par Ph.-A. Guye.)

La présente Revue a pour objet de résumer les premières idées directrices dont il paraît raisonnable de s'inspirer si l'on veut essayer de réaliser la dégradation des éléments. En abordant aujourd'hui ce problème qui paraît se heurter aux résultats d'un siècle d'expérimentation, il est intéressant de constater que la notion de *corps simple indécomposable* ne s'est produite que peu à peu dans la science avec l'absolutisme qu'on lui prête généralement. Lavoisier, dont les travaux et les idées ont si largement contribué à répandre cette notion, avait cependant expressément indiqué que les « *éléments* » ne sont que des corps « *relativement simples* ». Les hypothèses de Proust, sur l'unité de la matière, représentent une autre forme de cette conception. Ainsi que l'histoire des sciences en offre de nombreux exemples, les disciples ont été plus absolus et plus affirmatifs que les maîtres.

[1] Cet article est la reproduction de celui qui a paru il y a trois mois dans le *Journal de chimie physique* (t. V, p. 617), mais il a été revu en dernier lieu par l'auteur, qui y a fait quelques corrections et additions pour mise au point.

I

Toute découverte scientifique, — on peut même dire tout progrès humain, — est subordonné à deux circonstances : la *concentration* d'une certaine quantité d'énergie dans un petit volume de l'espace et *la possibilité de diriger* cette énergie vers un but donné. Le sauvage qui a appris à se servir d'un arc et d'une flèche, a satisfait à ces deux conditions aussi bien que Sir H. Davy utilisant la pile pour décomposer la potasse caustique et en retirer le potassium.

Les travaux de ces dernières années, sur les corps radioactifs, ont démontré que la plus grande partie de la chaleur dégagée spontanément par les sels de radium (80 à 100 petites calories, cal. gr. pour 1 gr. de radium, suivant Curie et d'autres auteurs) est due aux phénomènes qui se produisent dans les transformations de l'émanation ; l'émanation provenant de 1 gr. de radium (soit 3,545 mm^3 en 3,86 jours pour 1 gr. de radium, d'après Cameron et Ramsay[1]), dégage spontanément 75 calories par heure (Rutherford). La chaleur dégagée pendant la vie d'un centimètre cube d'émanation, est ainsi de l'ordre de 7 millions de petites calories, tandis que celle provenant de la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène contenus dans 1 $cm.^3$ de gaz tonnant, est de 3 petites calories seulement. A volume égal, les transformations de l'émanation se font donc avec un dégagement de chaleur 2 $^1/_2$ millions de fois plus grand que celui qui accom-

[1] *J. Chem. Soc.*, 1907, p. 1281.

pagne la formation d'eau à partir du même volume de gaz tonnant. On dispose ainsi dans l'émanation d'une réserve d'énergie concentrée incomparablement plus grande que dans tout autre moyen connu jusqu'à présent. C'est ce qui m'a engagé à entreprendre, depuis 1905, les recherches dont les grandes lignes sont résumées dans cette Revue. Tel que nous avons posé le problème, la question revient à apprendre à diriger cette énorme concentration d'énergie.

Pour la clarté du sujet il est nécessaire de rappeler d'abord quelques-unes des propriétés de l'émanation. Depuis les travaux de Rutherford et Miss Brooks[1], l'émanation doit être regardée comme un gaz de densité élevée, qui se forme constamment et spontanément à partir des sels de radium solides ou mieux, de leurs dissolutions dans l'eau. La propriété chimique la plus remarquable est sa transformation spontanée en hélium[2] et d'autres produits (Radium A, B, C, etc.), dont la vie est assez limitée et dont le dernier est supposé être identique au polonium. Un volume d'émanation donne trois volumes d'hélium. Comme gaz, l'émanation obéit à la loi de Boyle ; elle possède un spectre caractéristique[3] ; elle est soluble dans certains dissolvants. Les expériences tentées pour déterminer sa densité n'ont pas encore donné des résultats très précis ; vu la petitesse des volumes d'émanation dont on peut disposer, on n'a opéré jusqu'à présent que par des mesures de vitesses de diffusion ; on a trouvé ainsi

[1] *Trans. Roy. Soc. Canada*, 1901.

[2] Ramsay et Soddy, *Proc. Roy. Soc*, 1903, *72*. 204, et 1904, *73*, 346.

[3] Ramsay et Collie, *Ibid.*, 73,470.

que l'émanation est environ 100 fois plus lourde que l'hydrogène, de sorte que son poids moléculaire serait voisin de 200. Elle résiste à l'attaque de tous les agents chimiques qui ont été essayés ; comme l'argon et ses congénères, elle reste inaltérée lorsqu'elle est soumise soit à l'action prolongée du mélange de magnésium et de chaux, au rouge, soit à celle de l'étincelle électrique en présence d'un excès d'oxygène. Par cette inaptitude aux réactions, elle semble donc appartenir au groupe naturel de l'hélium dont elle se rapproche aussi par la nature de son spectre :

Gaz nobles	He	Ne	Ar	Kr	Xe ...	Emanation (?)
Poids atomiques	4	20	39,9	81,8	128	200 à 216,5 (?)

Dans ce cas son poids atomique se confondrait avec son poids moléculaire et la molécule serait monoatomique. De fait, si l'on ajoute au poids atomique 128 du xénon, la différence moyenne 88,5 entre les cinq paires d'éléments parallèles de la classification périodique (dont l'étain et le plomb fournissent un exemple), on voit qu'on devrait trouver dans la famille de l'hélium, un élément de poids atomique 216,5 auquel correspondent approximativement la densité de l'émanation et toutes ses propriétés connues.

Ce gaz peut être condensé par refroidissement avec l'air liquide à — 185°[1], mais il possède encore à cette température une tension de vapeur appréciable.

La *constante de temps* (c'est-à-dire la durée nécessaire pour qu'elle perde la moitié de sa radioactivité) est de 3,71 jours (Rutherford), 3,99 (Curie) et 3,86 (Sackur).

[1] Rutherford et Soddy, *Phil. Mag.* 1903, VI, 5,61.

II

La vie de l'émanation est assez éphémère ; au bout de trois semaines le dégagement spontané de chaleur cesse d'être mesurable avec un dispositif thermométrique donnant le $^1/_{100}$ de degré ; les expériences exécutées dans mon laboratoire ont permis de le constater nettement. Pendant cette transformation spontanée, l'énergie disponible dans l'émanation travaille en quelque sorte sur une partie de ce gaz lui-même ; la plus grande partie émet des particules α d'abord, en se dégradant successivement en divers produits intermédiaires, le radium A, B. C, etc. ; pendant que ce rayonnement agit par son bombardement intense sur une fraction de l'émanation relativement petite en la transformant en hélium, le gaz le plus simple de la famille naturelle à laquelle appartient l'émanation. Cette production d'hélium s'observe aussi lorsqu'on met l'émanation en présence d'oxygène ou d'hydrogène.

En adoptant le chiffre 3 pour l'accroissement de volume observé lorsque ce changement de l'émanation en hélium s'accomplit, il est facile de voir que 100 volumes de l'émanation, pesant environ 107, doivent fournir 300 volumes d'hélium pesant 6. Le pourcentage de l'émanation ainsi décomposé par ce bombardement serait donc 600/107, soit 5.6, tandis que les 94.4 parties qui restent doivent être regardées comme source de l'énergie qui effectue ce changement des 5.6 parties en hélium ; les 94.4 parties se dégradent en en RdA, B, C, etc.

Mettons maintenant de l'émanation en contact avec

l'eau et laissons réagir. Il se produit un double phénomène :

Le premier est la décomposition de l'eau en ses éléments, observée d'abord par Giesel[1] pour les sels du radium même. D'expériences ultérieures, de celles en particulier que j'ai publiées récemment[2] il résulte que cette décomposition donne un excès d'hydrogène par rapport aux proportions du gaz tonnant. Cet excès varie considérablement d'une expérience à l'autre et dépend, entre autres facteurs, de la durée. La moyenne de 9 déterminations relatives à la décomposition de l'eau par le bromure de radium, correspond à un excès moyen de 5, 5 °/₀ d'hydrogène (maximum : 16 °/₀ ; minimum : 3,65 °/₀). Avec l'émanation agissant seule sur l'eau, l'excès d'hydrogène a varié de 3 à 14 $^1/_2$ °/₀. L'étude minutieuse des conditions de formation de cet hydrogène, contrôlées d'ailleurs de plusieurs manières, ne laisse pas de doute sur un point : c'est que l'excès d'hydrogène ne peut provenir que de l'eau.

Il est maintenant presque certain que cet hydrogène résulte de la formation simultanée du peroxyde d'hydrogène. En ajoutant comme réservoir à l'appareil qui contient les sels de radium dissous dans l'eau une assez grand ampoule, l'excès d'hydrogène s'est beaucoup amoindri : il n'atteint guère 0.5 °/₀ du volume total du gaz tonnant. Nous avons essayé avec quelque succès de comparer l'excès d'hydrogène au peroxyde formé ; la quantité minime de ce dernier a rendu les expériences très délicates ; mais il y a une certaine

[1] *Berichte*, 1902, 35, 360, et 1903, 36, 347.
[2] *J. Chem. Soc.* 1907, 91, 933.

correspondance qui semble démontrer que c'est le peroxyde qui est responsable pour l'excès d'hydrogène.

Le second phénomène observé résulte de l'analyse spectrale des gaz produits au cours de ces dernières expériences : on ne trouve plus d'hélium qu'à l'état de traces, mais par contre, le néon est présent en quantité appréciable.

En donnant donc à l'énergie disponible dans l'émanation un travail à effectuer, soit la décomposition d'une certaine quantité d'eau, une partie considérable de cette énergie est absorbée par ce travail, et la dégradation de l'émanation ne s'effectue plus jusqu'au dernier terme de la famille naturelle des gaz nobles, l'hélium ; elle s'arrête à l'avant-dernier, le néon, de poids atomique 20.

Considérons maintenant une expérience dans laquelle le travail demandé à l'énergie disponible dans l'émanation soit encore plus considérable : c'est le cas si on la met en présence de sels de cuivre en la dissolvant dans une solution de nitrate de cuivre [1].

L'expérience conduit comme précédemment à une double constatation :

Dans la solution du sel de cuivre, on trouve, non seulement du sodium, mais aussi du lithium. L'expérience répétée plusieurs fois, dans des appareils de verre ne contenant pas de lithium, a toujours donné les mêmes résultats ; les expériences à blanc n'ont pas non plus donné de lithium. Avec les sels de cuivre, le poids du résidu alcalin était le double de celui constaté

[1] Cameron et Ramsay, *Chem. Soc.* 1907, 1593, 2171.

dans une expérience à blanc avec le sel de cuivre, sans contact avec l'émanation[1].

D'autre part, dans les gaz, on ne trouve plus trace d'hélium, ou de néon, mais bien de l'argon.

Ces phénomènes s'interprètent d'une façon analogue à ceux que nous relations tout à l'heure : L'énergie disponible dans l'émanation à laquelle on a donné plus de travail à faire, a dégradé le cuivre, jusqu'au dernier terme, le lithium, de la famille naturelle à laquelle il appartient, en donnant vraisemblablement comme produit intermédiaire, du sodium, deuxième terme de la même famille. Par suite de

[1] Ces expériences sont certainement délicates ; par exemple, avec la solution de nitrate de cuivre, nous avons mis en contact $1,62^{mm^3}$ d'émanation ; l'analyse des gaz recueillis a porté sur $0,925^{cm^3}$ (contenant : 0,032 NO ; 0,009 N_2 ; 0,184 H_2 et 0,700 O_2) ; c'est dans l'azote qu'on a nettement caractérisé l'argon par ses principales raies spectrales. D'autre part, la solution primitive de nitrate de cuivre, après addition d'hydrogène sulfuré, a été centrifugée dans un petit tube de silice ; la partie liquide a été séparée, additionnée des eaux de lavage de la partie solide et évaporée puis séchée à 130° ; le résidu pesait $4,11^{mgr}$. Repris par l'acide nitrique, et après l'élimination d'une trace de cuivre qui avait échappé à la première précipitation, il a donné un résidu ($1,67^{mgr}$) présentant au spectroscope les raies caractéristique du sodium et du lithium ; par comparaison avec un mélange de NaCl et LiCl, donnant le même aspect au spectroscope, on a pu évaluer approximativement la quantité totale de lithium à $0,00017^{mgr}$. Les expériences servant de témoins ont été faites dans les mêmes conditions et n'ont donné qu'un faible résidu de NaCl, ne contenant pas de lithium. La quantité de lithium que nous avons obtenue paraît au premier abord très faible ; on peut se rendre compte qu'elle n'est cependant pas négligeable si on la rapporte, non pas à 1,62 mm^3 d'émanation, mais à un volume de l'ordre de grandeur courant dans les préparations chimiques. Toutes proportions gardées, on aurait obtenu 170^{mgr} de lithium si l'on avait pu opérer avec 1,62 litre d'émanation.

cette plus grande consommation d'énergie, l'émanation elle-même n'a pas été dégradée de façon aussi complète que précédemment; la dégradation s'est arrêtée au troisième terme, l'argon (de poids atomique 39,9), de la famille naturelle à laquelle appartient l'émanation.

Une dernière observation enfin est à noter : dans les gaz qui se dégagent spontanément d'une solution acide de nitrate de thorium, on trouve de l'anhydride carbonique. Cette observation a déjà été faite quatre fois. et fera l'objet des recherches ultérieures. En remarquant que le carbone est le premier terme de la famille naturelle à laquelle appartient le thorium, on peut donc se demander si le carbone ne se forme pas par la dégradation du thorium aux dépens de la réserve d'énergie disponible dans cet élément radioactif.

Ces quelques expériences qui ont exigé un labeur considérable et que nous nous réservons naturellement de poursuivre, semblent bien démontrer que l'on peut dorénavant « *diriger* » vers un but de haute portée l'énergie énorme « *concentrée* », dans l'émanation ou les éléments radioactifs ; ce but est la dégradation des éléments. Elles prouvent aussi que cette dégradation ne se fait pas d'une façon quelconque, au hasard, mais bien d'après des lois dont on peut dégager déjà les premiers rudiments. Il est certainement prématuré de les généraliser ; néanmoins, et sous cette réserve, il est utile de les formuler, ne fut-ce que pour mettre en lumière les points sur lesquels notre attention sera portée dans la suite de nos recherches :

I. L'hélium et les particules α de l'émanation ne sont pas identiques.

II. L'hélium, qui se forme spontanément à partir de l'émanation, est le résultat de la dégradation, par le bombardement des particules α, de la lourde molécule qui constitue l'émanation.

III. La dégradation de l'émanation se fait par degrés en donnant vraisemblablement et successivement les divers termes de la famille naturelle d'éléments à laquelle elle appartient : spontanément (ou en présence d'oxygène ou d'hydrogène) la dégradation est complète et se fait jusqu'à l'hélium, premier terme de cette famille ; en présence de molécules plus lourdes (eau), la dégradation de l'émanation s'arrête au second terme, le néon ; en présence de molécules encore plus lourdes et plus complexes (nitrate de cuivre), elle s'arrête au troisième terme, l'argon.

IV. D'autre part, la dégradation d'un élément étranger, mise en présence de l'émanation, — phénomène qui absorbe une grande partie de l'énergie disponible dans cette dernière, — semble aussi devoir se faire par degrés, en donnant successivement les divers termes de la famille naturelle à laquelle il appartient, pour aboutir finalement au premier terme ; la formation du lithium (et probablement du sodium), à partir du cuivre, et celle du carbone à partir du thorium, en sont les premières démonstrations.

Londres, University College, avril 1908.

LA RADIOACTIVITÉ

DES

EAUX DU LEREZ

PAR

José MUÑOZ DEL CASTILLO[1]
Professeur à l'Université de Madrid.

Le Rio Lerez coule au N. O. de l'Espagne et déverse ses eaux dans l'Océan Atlantique.

Le laboratoire de radioactivité de la Faculté des sciences de Madrid reçut, en octobre 1906, des échantillons d'eaux minérales prises aux sources Aceñas et Monte Porreiro, qui sortent de la Villa Buenos Ayres, près de Pontevedra (Galice), sur la rive gauche du Lerez. Nous avons examiné ces eaux au point de vue radioactif avec l'appareil d'Engler et Sieveking[2], et nous avons reconnu que leur radioactivité pouvait être provisoirement évaluée à 10.000 volts-heure-litre. Ce résultat nous parut assez intéressant pour entreprendre une étude faite aux sources mêmes; nous pûmes la mener à bien grâce à l'obligeance du propriétaire,

[1] Extrait des *Anales de la Sociedad Espanola de Fisica y Quimica*, octobre et novembre 1907.

[2] Voir le mémoire original de MM. Engler et Sieveking. *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1905, t. XX, p. 159.

M. D. Casimiro Gomez, sur le terrain duquel nos recherches ont eu lieu au cours de l'été 1907.

La composition chimique des sources Aceñas et Porreiro est sensiblement la même ; elles contiennent divers bicarbonates, du fluor et du lithium, etc. ; la quantité totale de matière dissoute est d'environ 2,5 gr. par litre ; leur température est de 14°.

Nous avons fait deux séries d'observations distinctes : dans la première d'ordre quantitatif, nous avons mesuré parallèlement et de façon identique la radioactivité de l'eau de l'Aceñas et celle du Monte Porreiro ; la seconde est une étude qualitative de l'eau de la source Aceñas.

I. *Mesure quantitative de la radioactivité.*

Pour la mesure quantitative de la radioactivité des eaux en question, nous avons procédé comme suit : nous avons rempli, en prenant toutes les précautions possibles, un certain nombre de bouteilles à la source ; nous avons mesuré d'abord la radioactivité de l'eau de suite après la mise en bouteille ; puis, pendant plusieurs jours de suite, nous avons mesuré chaque jour à la même heure la radioactivité du contenu d'une des bouteilles qui toutes avaient été remplies en même temps. L'observation faite aussitôt après la mise en bouteille donne évidemment la valeur directe de la radioactivité initiale ; mais on peut aussi calculer cette valeur initiale à partir des valeurs observées subséquemment en appliquant la formule

$$I_t = I_0 \, e^{-\lambda t}$$

On a ainsi une valeur indirecte de la radioactivité initiale. Le tableau suivant donne les résultats.

TABLEAU I (Source Aceñas).

Temps pendant lequel l'eau Acenas est restée en bouteille	Activité observée	Activité initiale calculée	Moyenne de l'activité initiale	
			observée	calculée
1 minute	12050,44 11852.22 12029,52	....	11977	
1 jour. .	7608,39	9177		
2 » . .	5960,46	8663		
3 » . .	6344,46	11130		
4 » . .	4630,78	9769	....	10026
5 » . .	4071,29	10359		
6 » . .	3296,40	10142		
7 » . .	2936,07	10874		

Nous adoptons comme valeur la plus probable de la radioactivité initiale de la source Aceñas le chiffre de 10.026 volts-heure-litre, moyenne des valeurs calculées. L'observation directe de la radioactivité initiale est difficile en raison de sa valeur considérable.

Nous avions trouvé en 1906, pour la radioactivité des échantillons du Monte Porreiro qui nous avaient été soumis, 7.688 volts-heure-litre.

Nous avions supposé que la radioactivité des deux sources devait être sensiblement la même, de même que leur température et leur composition chimique ; nous avons établi — pour le moment du moins — que la radioactivité de la source Monte Porreiro est de 8.000 volts-heure-litre environ.

TABLEAU II (Source Monte Porreiro).

Temps pendant lequel l'eau do la source est restée en bouteille	Activité observée	Activité initiale calculée	Moyenne de l'activité initiale	
			observée	calculée
1 minute	7502,96 8297,73	....	8764,9	
à la soucce	8687,47 10571,75			
1 jour. .	6370,68	7684,77	....	7870,50
2 » . .	4839,10	7033,57		
3 » . .	4266,33	7484,78		
4 » . .	3675,04	7753,24		
5 » . .	3277,31	8339,21		
6 » . .	2580,11	7938,80		
7 » . .	2392,16	8859,62		

Il résulte de nos observations que les eaux minérales du Lerez ont une radioactivité pratique de 10.000 volts-heure-litre. *Ce sont, jusqu'à présent, les eaux les plus radioactives connues.*

En effet, la radioactivité de la source espagnole la plus radioactive (source Caldas de Besaya) est de 3.000 volts ; celle de la source la plus radioactive que nous connaissions en Europe (Grabenbäckerquelle) est de 6.200 volts.

Nos observations démontrent ensuite une fois de plus que la radioactivité d'une eau est absolument indépendante de sa température : la température des eaux du Lerez est, comme nous l'avons dit, de 14°, celle des eaux radioactives de Santa Teresa de Avila de 9°, celle des eaux de Alameda de Guadarrama de 14°. La radioactivité des sources est donc indépendante de leur température.

Nous avions étudié antérieurement à celles du Lerez les autres eaux minérales de la province de Pontevedra, et avions reconnu qu'elles sont toutes fortement radioactives, ce qui nous a fait supposer, déjà en 1906, qu'il y a dans cette région des gisements plus ou moins profonds de minéraux d'urane qui sont peut-être aussi importants que ceux de St-Joachimsthal.

II. *Etude qualitative de la source Aceñas.*

Le Monte Porreiro ne se prêtant guère d'une part à des observations dans le genre de celles que nous allons rapporter, et les deux sources présentant d'autre part, entre elles, beaucoup d'analogie, nous avons borné notre étude qualitative à la source Aceñas, en profitant des circonstances favorables à l'observation dans lesquelles elle se trouve.

Cette source jaillit au fond d'un puits d'un mètre de profond environ ; nous y plaçâmes une caisse prismatique en zinc, de 15 à 20 cm. de côté, qui constituait un récipient destiné à recevoir l'émanation, dont la fixation physique était faite ensuite selon le mode employé au laboratoire. Pour cela, un fil de plomb, long de $2^{m}32$, isolé, et relié au pôle négatif d'une petite machine de Wimshurst, fut disposé de telle sorte que l'émanation qui s'échappait de l'eau et qui se renouvelait sans cesse venait se déposer à sa surface. L'activation dura une heure. Le fil fut ensuite adapté à l'appareil d'Elster et Geitel et la décharge observée comme suit :

TABLEAU III.

Temps en min.	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135
Déch. en volt.	74.8	60.6	44,7	31,6	25,4	17,5	13,5	9,4	7,7	5.5

Pour mieux comprendre la signification de ces chiffres, il est préférable de les comparer à ceux qui ont été obtenus en activant le fil de plomb soit avec de l'émanation de radium, soit avec de l'émanation d'actinium, et que nous empruntons à MM. Elster et Geitel.

TABLEAU IV.

Moment de l'observation	Désactivation d'un fil de plomb activé par l'émanation		
	du radium	de la source Acenas	de l'actinium
0'	100	135,2	142,8
15	92,3	105,7	105,6
30	78	78	78
45	62,7	55,1	57,7
60	48,7	44,3	42,7
75	36,9	30,5	31,5
90	27,5	23,5	23,3
100	20,3	16,4	17,2
120	14,8	13,4	12,8
135	—	9,6	—

Les résultats de cette comparaison sont tout à fait inattendus. On admet en effet, en général, que c'est l'émanation du radium qui active les eaux minérales; or, il est facile de constater que, dans la limite des erreurs, la loi de désactivation du fil de plomb, sur lequel s'est déposée l'émanation de la source Aceñas, est identique à celle de la désactivation de l'actinium et non à celle du radium. La figure 1 donne le graphique du tableau IV : la ligne pleine figure la courbe de désactivation du radium ; la ligne pointillée celle de l'actinium, et les points *a*, *a*, *a*... figurent la désactivation de la source Aceñas.

On voit que la concordance des courbes de l'actinium et de la source Aceñas est parfaite, sauf pour la première observation où l'écart s'élève à 7,6 volts. Cet écart peut être dû à une erreur de lecture de 4,24 volts, facile à admettre pour la première observation, ou à une autre cause qui serait encore à expliquer.

Cependant, si la courbe de désactivation de l'actinium concorde avec celle de la source Aceñas, cela ne suffit pas encore pour définir la substance radioactive contenue dans son eau : il est nécessaire de tenir compte bien exactement du temps d'extinction de l'émanation.

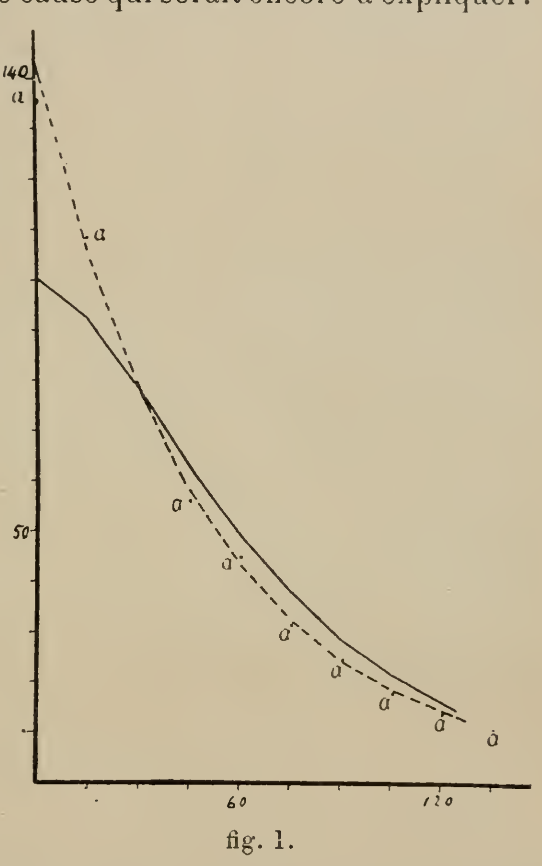


fig. 1.

Voici à ce point de vue comment se comportent les trois éléments radioactifs les plus forts producteurs de l'émanation :

Radium. L'extinction de l'émanation dure plusieurs jours ; son intensité est réduite de moitié environ le quatrième jour. La désactivation du fil de plomb peut se vérifier en un peu plus de deux heures, et le *temps caractéristique* est de 28 minutes.

Actinium. L'émanation s'éteint rapidement ; son intensité est réduite de moitié en deux ou trois secondes. Le plomb activé se désactive en un peu plus de deux heures, et le temps caractéristique est de 34 à 35 ou 40 minutes suivant les observateurs.

Thorium. La désactivation s'opère assez lentement (1 $^1/_2$ à 2 jours) et le temps caractéristique est de 11 $^1/_2$ heures. L'émanation s'éteint rapidement, son intensité étant réduite de moitié en 1 minute et 10 secondes.

Dans le cas de la source Aceñas, on se trouve en présence d'une substance radioactive dont l'émanation s'éteint en un grand nombre de jours, comme celle du radium, et pour laquelle la désactivation du fil de plomb est identique à celle de l'actinum ; on peut en conclure qu'il s'agit d'un radio-actinium ou, si l'on veut, d'une substance radioactive nouvelle pour laquelle, si cette supposition se confirme, nous proposons le nom de *Gallaicum* ou *Galaico*[1], suivant l'exemple donné par Vinckler pour le *Germanium* ou *Germanio* et par Mme Curie pour le *Polonium* ou *Polonio*.

III. *Résidus et leur examen.*

Nous avons deux classes de résidus : les uns ferrugineux, qui se déposent spontanément et surtout sous l'action de l'air, les autres qui sont produits par l'évaporation de l'eau minérale.

[1] Boltwood signale pendant ce même mois d'octobre l'existence d'un autre élément analogue au radium, pour lequel il propose le nom de *Ionium*, qui donne des rayonnements α et β, mais pas d'émanation, et possède des propriétés chimiques semblables à celles du thorium.

Voici le résultat des recherches faites avec l'appareil d'Elster et Geitel :

a) Sédiment ferrugineux sec, qui se trouve déposé dans des bonbonnes de verre vides depuis sept mois : 513,2 volts-heure-100 grammes.

b) Résidu obtenu par l'évaporation à sec de 20 litres d'eau *Aceñas* (42,5 grammes), 5,2 volts-heure-100 grammes.

c) Résidu obtenu par l'évaporation à sec de 20 litres d'eau *Monte Porreiro* (31 grammes) : 12,3 volts-heure-100 grammes.

D'autre part, nous avons ajouté un litre d'eau à 2,1 grammes du résidu Aceñas (quantité sensiblement égale à $^1/_{20}$ de ce que nous en possédons) ; à 1,5 gr. du résidu Monte Porreiro (à peu près $^1/_{20}$ également de ce que nous possédions) et à 1 gramme du dépôt ferrugineux sec mentionné ci-dessus. Les trois bouteilles examinées au bout de 48 heures ont donné le résultat suivant au fontaktoscope d'Engler et Sieveking :

Bouteille d'Aceñas	....	13,7 volts-heure-litre
»	Monte Porreiro.....	8,3 » » »
»	sédiment ferrugineux	166,8 » » »

Il nous semble que l'on peut résumer comme suit la signification générale de ces résultats : les résidus contiennent une très petite quantité de substance radioactive fixe qui se trouve principalement associée au fer; la substance active qui fait des eaux du Lerez des eaux minérales remarquables est l'émanation en quantité extraordinaire.

IV. *Hypothèses possibles.*

Les hypothèses possibles que nous ne pouvons pas discuter actuellement au point où nous en sommes des recherches qui nous occupent, sont au nombre de trois :

1° Il s'agit en réalité d'une nouvelle substance radioactive, le *Galaico*, définie provisoirement comme nous l'avons fait ci-dessus.

2° Il s'agit d'un produit de désintégration, dans le genre des nombreux produits qui ont préoccupé Hahn, Rutherford et d'autres savants éminents ; parmi ces substances, dont l'existence est transitoire, un radioactinium se fait tout spécialement remarquer.

3° Les émanations du radium et de l'actinium existent simultanément dans ces eaux.

Quatre considérations militent en faveur de cette dernière hypothèse :

a) Quand les minéraux uranifères sont soumis à un fractionnement chimique, la radioactivité se localise principalement dans le bismuth (*polonium*), dans le baryum (*radium*) et dans le fer (*actinium*).

b) Si l'on compare à un fractionnement chimique les effets et réactions qui ont lieu dans les eaux minérales, quand elles se trouvent en contact souterrain avec des substances uranifères ou radioactives en général, on conçoit qu'il puisse se produire une localisation identique.

c) Notre collègue, M. le professeur Casares, qui a fait l'analyse chimique de la source *Aceñas*, y a constaté la présence du baryum quoique en quantité inap-

préciable à la balance ; c'est sans doute du baryum radifère.

d) Nous venons de montrer que le sédiment ferrugineux possède une radioactivité très appréciable ; il est peut-être actinifère.

Nous avons l'espoir que notre prochain mémoire sur ce sujet contiendra des données décisives qui éclairciront les questions posées dans celui-ci.

Conclusions

1° Les eaux du Lerez contiennent, dissoute en proportion très importante une émanation, simple ou complexe, dont les propriétés tiennent de celles du radium et de l'actinium.

2° Elles renferment également une substance radioactive fixe, reconnaissable à son activité appréciable, au bout de sept mois, dans les résidus ferrugineux.

3° Les principales applications thérapeutiques de la source Aceñas devraient avoir lieu à la source même, pour que le liquide ne soit pas dénaturé par la perte d'émanation ou par la séparation du fer, véhicule presque unique des substances radioactives fixes qu'elle contient

---

APPAREILS POUR DIFFUSION

DANS

LES MILIEUX SOLIDES

PAR

Michel YÉGOUNOW

Les espaces parcourus par les substances diffusantes, étaient, dans mes expériences sur la diffusion des solutions dans la gélatine [1], déterminés habituellement par un réactif qui diffusait de haut en bas à la rencontre de la substance analysée. Ce procédé étant l'un des plus précis, en même temps le plus fatiguant, exige pendant un certain temps une observation *ininterrompue* pour la fixation précise du moment de la rencontre des substances (observation *immédiate* de la rencontre) vu que la plupart des solutions des substances sont incolores, ce laps de temps peut durer plusieurs heures. Les expériences préalables dans des couches minces de la gélatine de 5-10^{mm} et dont la durée est de 2 à 6 heures ne pourraient être utiles que dans le cas où elles pourraient être aussi précises que celles qu'elles doivent seconder.

[1] *Comptes rendus*, 1906, t. CXLII, p. 954 et t. CXLIII, p. 882.

I

L'appareil que je décris ici est en quelque sorte un appareil *enregistreur*. Il élimine toutes les difficultés indiquées et rend la détermination des espaces h parcourus par la substance diffusante (et par conséquent la détermination des poids moléculaires d'après ma méthode) très facile et très exacte. Il présente un prisme plat, rectangulaire n'ayant pas de fond à la base (fig. 1), aux parois parrallèles (XX ZZ) en verre de glace, dont les dimensions à l'intérieur sont : longueur a de 6 à 15 cm., largeur b de 4 à 6 cm. et profondeur e de 0,5 à 1,5 cm.[1]

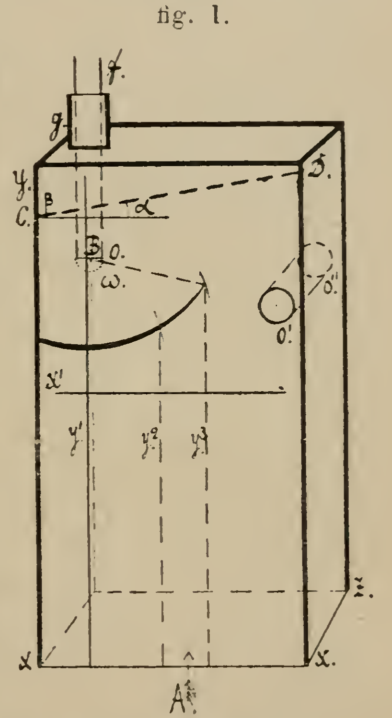


fig. 1.

Le col ou l'orifice g, qui peut être placé en différents endroits selon les besoins, donne passage à un tuyau f. On verse la gélatine (chauffée jusqu'à 30°-40°) de manière que sa surface figée *dépasse* les bords XX de l'appareil ; il est préférable d'introduire le tube f dans la gélatine après le figement de cette dernière, en y faisant un trou avec un tube en verre chaud. Lorsque l'appareil a pris la température du milieu environnant, la surface de la gélatine XX est aplanie au moyen

[1] On peut se servir aussi des flacons en section ovale très allongée.

d'une plaque de verre préablement réchauffée à la hauteur des bords du récipient, après quoi on laisse refroidir la gélatine. On laissse une couche de gélatine épaisse de quelques millimètres dans le tube *f*, où on l'élimine complètement en la faisant fondre à l'aide d'un tuyau en verre chaud et en l'aspirant à l'aide d'une pipette. On donne au vide O la forme sphérique. Ensuite on plonge l'appareil dans la solution A que l'on veut analyser à une profondeur de $^1/_2$ à 1 cm. ; on enlève à l'aide d'un pinceau les bulles d'air qui s'attachent à la surface de la gélatine et l'on verse le réactif B dans le tube *f*. Cette disposition de l'appareil permet des expériences même avec des substances telles que H_2S) etc. L'appareil est adapté aux expériences pouvant durer de 4 à 6 jours ; on peut faire varier cette durée de quelques heures à plusieurs jours, en plongeant plus ou moins profondément le tube *f* et en changeant le temps de l'introduction du réactif. Il est à noter que l'on obtient les résultats les plus précis avec des expériences, durant de 2 à 4 jours. Une plus longue durée ne garantit aucunement la précision à cause de la sensibilité limitée des réactifs.

Il est clair d'après la description de l'appareil que la rencontre des substances A et B suit une certaine courbe et dure un certain temps, donnant la possibilité de prendre des *h* en temps voulu.

On calcule les constantes *a* et *c* d'après les équations[1] :

$$(1) \qquad a = \frac{h}{\sqrt{t}} \quad ; \quad c = \frac{h'}{\sqrt{t'}}$$

[1] D'après mes recherches la loi du mouvement des substances est la même dans les deux cas. *Comptes rendus* t. CXLII, p. 954, 23 avril 1906.

où h et h' (espaces parcourus par la substance et le réactif) et les temps t et t' sont mesurés directement. Mais dans ces cas il est utile dans un but de contrôle, par exemple, de se servir de la *courbe* de la rencontre des substances. Comme dans ce cas c doit être déterminé avec la même précision que a, il est nécessaire toutefois que rien n'altère le caractère de la diffusion du réactif ; dans ce but il faut plonger plus profondément le tube f et le déplacer vers le milieu du récipient ; l'expérience demande que le réactif n'ait pas le temps de se répandre jusqu'aux parois latérales du récipient ce qui oblige de l'introduire plus tard ou d'élargir le récipient. Comme il est nécessaire que la concentration du réactif soit constante, il est commode de le faire passer par un canal pratiqué dans la gélatine, ce à quoi servent deux orifices (O′,O″) disposés l'un en face de l'autre dans les parois de l'appareil. Il est évident que le mouvement de la substance A de la surface de la gélatine XZX dans le plan YOX apparaîtra comme le mouvement de la droite XX parallèlement à elle-même (équation 2) ; quant au mouvement du réactif B de la surface O, qu'elle soit sphérique ou cylindrique, il se traduira par l'agrandissement de la circonférence ayant le centre en O (équat. 3). Si y est l'espace h ; R_0, le rayon de l'espace O ; t, le temps depuis le commencement de la diffusion et d, la distance de O à XX, on obtient pour la substance l'équation

$$y = a\sqrt{t} \tag{2}$$

et pour le réactif

$$\left(d-y\right)^2 + x^2 = \left(R_0 + c\sqrt{t}\right)^2. \tag{3}$$

d'où on obtient :

$$(4) \qquad \frac{c}{a} = \frac{\sqrt{(d-y)^2 + x^2} - R_0}{y}$$

C'est l'équation des sections coniques ; le rapport $\frac{c}{a}$ doit être constant pour tous les points de la courbe ; il est évident que si la diffusion de la substance et du réactif ne commencent pas simultanément, on doit multiplier ce rapport par $\sqrt{\frac{t'}{t}}$

La concentration du réactif, en général, doit être égale à celle de la substance ou lui être inférieure ; plus tard le réactif est introduit, plus elle doit lui être inférieure.

On trace la courbe sur la paroi XX en en couvrant une certaine surface d'un vernis transparent, de gomme arabique, etc. [1]. L'espace O doit être également circonscrit avant l'introduction du réactif, autrement ses limites peuvent être perdues.

Tels doivent être d'après la théorie les courbes de la rencontre, que ce soit la formation des dépôts ou de la coloration. Mais comme les substances agissent les unes sur les autres, et par conséquent l'espace occupé par l'une des substances est impénétrable (ou très peu pénétrable) à l'autre, la théorie n'est vraie que par rapport à une partie de la courbe, comprise entre deux tangentes, parallèles à l'axe y. Hors de ces limites l'une des substances doit se répandre en *con-*

[1] Pour la commodité de la détermination des coordonnés, on trace sur l'appareil les droites y^1 et x^1.

tournant l'autre ; dans ce cas, comme mes recherches me l'ont montré, la constante de la diffusion *a* s'amoindrit, quoique d'une manière insignifiante. En réalité ces limites doivent être quelque peu autres et ne peuvent être déterminées que par l'expérience, vu que les phénomènes se compliquent près de la surface de la rencontre, 1° par la formation des dépôts cristallins ou amorphes qui présentent des obstacles mécaniques à la diffusion et 2° par la formation de nouveaux corps[1], à constantes inconnues et de processus secondaires : de leur diffusion partant de la surface de leur rencontre. La rencontre de $CuSo^4$ et NH^3 présente par exemple de beaux tableaux de ce genre lorsque la couche de $Cu(OH)^2$ très mince formée primitivement se dissout dans NH^3 en changeant la couleur en bleu foncé (bleu céleste) et commence à se répandre des deux côtés par diffusion.

Toutes ces influences modifient la répartition de la concentration dans le champ de diffusion en raison de laquelle varient les vitesses et la direction du mouvement des molécules. Comme toutes ces influences commencent au moment de la rencontre des substances

[1] Ce sont des combinaisons doubles conformément à la loi de *Berthollet*. C'est dans les intéressantes expériences de *Graham* sur le mélange des sels que l'on peut observer comment la diffusion a lieu dans de pareilles conditions : « la diffusion des métaux ne dépend en aucune sorte de l'acide auxquels ils peuvent être combinés ; les acides et les bases sont en combinaison indifférente dans les mélanges, c'est-à-dire qu'un mélange de KCl et de Na^2So^4 serait la même chose (à l'état de dissolution) qu'un mélange de NaCl et de K^2So^4. *Ann. de chimie et de phys. t. LXV. p. 129—207. 1862.*

Si la gélatine a sa part dans la réaction, les phénomènes se compliquent forcément davantage.

(point p), la question est ramenée à la délimitation de l'espace dans lequel la courbe réelle coïncide avec la courbe théorique, en d'autre termes, à celle de la portion de l'angle ω dans laquelle les déterminations de h sont suffisamment précises.

L'expérience donne pour ω 50° et plus. Ainsi on trouve par exemple pour a de $CuSO^4$($^1/_2$N) : $14,_2$; $14,_1$; $13,_9$; $14,_0$ (moyen $14,_0$) ; la rencontre a duré 2 $^1/_2$ jours (réactif-ferrocyanure jaune). Pour a de ferrocyanure de potassium (20 $^0/_0$; 13-14° C), on a : 21,8^{mm} ($\omega = 74°$) et 21,78 ($\omega = 140°$).

Il est également très commode de donner à la surface de la gélatine l'inclinaison CD (angle α). Dans ce cas la valeur de c dans le sens de l'axe des y est $\frac{c}{\cos\alpha}$ par conséquent nous avons pour l'équation du mouvement de la surface du réactif dans le plan YOX :

$$(5) \qquad y = kx + d - \frac{c}{\cos\alpha}\sqrt{t}$$

C'est une droite se mouvant parallèlement à elle-même. De cette équation et de l'équation (2) nous obtenons pour le lieu de la rencontre :

$$(6) \qquad y = \frac{kx}{1 + \frac{c}{a\cos\alpha}} + \frac{d}{1 + \frac{c}{a\cos\alpha}} = k'x + d',$$

ce qui est également une droite. Les résultats seront d'autant plus exacts, que l'angle α sera plus petit, car dans ce cas le développement du plan de la rencontre va plus vite et l'influence des causes susnommées est moindre. Si l'on verse un peu de réactif dans l'angle β, cela peut tenir lieu de tube f.

II

Pour observer la diffusion dans l'espace, variant proportionellement à ses *deux* dimensions linéaires on peut se servir d'angles plats, c'est-à-dire, d'appareils dans le genre de celui qui vient d'être décrit, mais se rétrécissant ou s'élargissant ; leurs bords inférieurs doivent avoir la forme d'un arc de cercle, dont le centre est au sommet de l'angle : l'arc doit être concave pour un récipient qui s'élargit (fig. 2, *a* ; *c*-couvercle) et convexe pour un récipient qui se rétrécit (fig. 2, *b*).

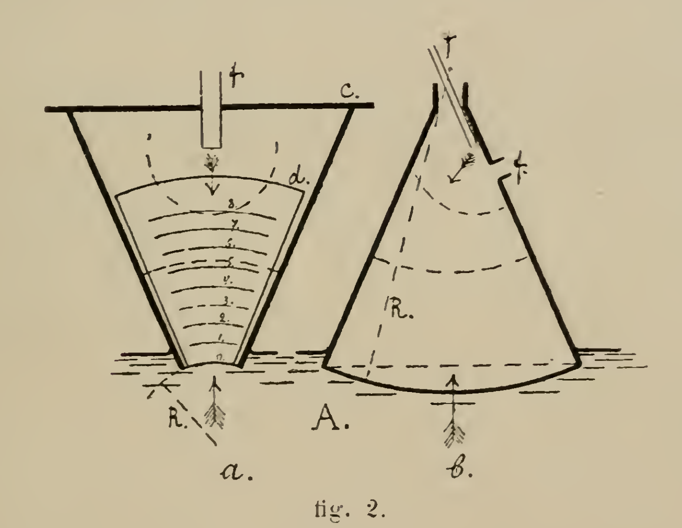


fig. 2.

C'est du cône que l'on se sert pour les espaces variant proportionnellement à leurs *trois* dimensions linéaires ; pour la mesure des h on place le long de son axe une échelle (fig. 2, *d*) faite d'une plaque mince en verre ayant la forme de l'angle égal à l'angle du cône. On donne la forme sphérique à la surface de la gélatine à l'aide d'un verre de montre réchauffé.

Les appareils que je décris dans le traité détaillé sur

la diffusion servent également à la même destination. Comme dans les deux cas la substance diffuse à partir de la surface du rayon R, l'équation de son mouvement dans la section yox est

$$(7) \qquad y^2 + x^2 = \left(R \pm a\sqrt{t}\right)^2$$

où le signe moins se rapporte au cas de la diffusion dans un espace se rétrécissant (fig. 2, *b*).

De cette équation et de (3) on obtient

$$(8) \qquad \frac{c}{a} + \frac{\sqrt{(d\cdot y)^2 + x^2} - R_0}{\pm(\sqrt{y^2 + x^2} - R)}$$

Si l'on pratique dans les vases qui s'élargissent de petits orifices, par exemple dans l'arc ayant de 2 à 3 mm, on peut admettre R et Ro = 0 ; alors l'équation (8) présente des circonférences (c> ou <a) ou une droite (c = a) ; par conséquent, dans l'espace à trois dimensions ce sont des surfaces sphériques ou une surface plane perpendiculaire à la ligne des centres.

Dans les vases qui se rétrécissent (fig. 2, *b*) la surface mouvante de A est concave, tandis que celle de B est convexe ; c'est pourquoi pour que le contact n'ait pas lieu simultanément dans tous les points des surfaces qui se rencontrent, il est indispensable que les centres de leurs courbures ne coïncident pas ; dans ce but 1° on plonge profondément le tube *f* et on introduit le réactif le plus tard possible, ou 2° on dispose l'embouchure O' du tube *f* près de la paroi latérale du vase.

Je propose de nommer tous les appareils ci-décrits, *diffusographes*.

III

Dans les cas où il n'existe pas de réactif convenable, qui puisse diffuser à la rencontre de la substance étudiée, comme cela a lieu pour le sucre de canne, pour les nitrates etc., on peut se servir de l'appareil suivant (fig. 3).

Il est formé d'un anneau inférieur (*a*) dont la hauteur est de 1-2 $^1/_2$ cm. et d'un anneau supérieur (*b*) de 2-3 cm. muni d'un *fond*. Le diamètre de ces anneaux est de 1 $^1/_2$ à 2 $^1/_2$ cm.

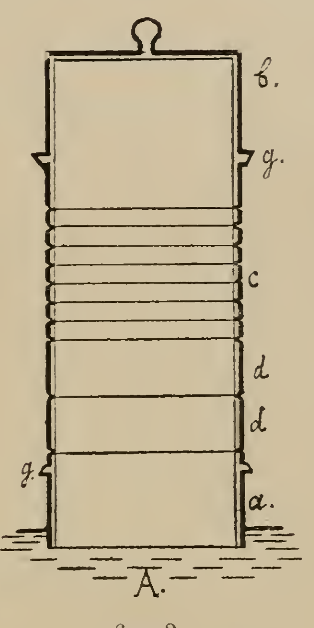


fig. 3.

Entre ces anneaux on superpose d'autres anneaux *c*, dont la hauteur est de 1-2^{mm} et *d* de la hauteur de 10^{mm}. Lorsque l'on a annelé toutes ces parties de l'appareil et qu'on les a fixées à l'aide de fil de fer ou de ficelle que l'on passe autour des boutons (*g*), on introduit à l'aide d'un pinceau entre les anneaux la solution de gutta-percha en les en enduisant tout autour. Une fois l'expérience finie, on divise les anneaux à l'aide d'un cheveu fin, on en enlève la gélatine, on la jette à l'eau et on en examine l'extrait aqueux en gouttes sur une surface blanche ou noire.

Dans ce cas, l'expérience préalable peut être d'une grande utilité, permettant de diminuer le nombre des anneaux *c* (et les remplacer par *d*) et de fixer leur position dans l'appareil. Si l'appareil est en métal, en bois etc., il faudra l'enduire d'une légère couche de gutta-percha toutes les fois avant l'expérience.

ÉTUDE COMPARATIVE
DU PHYTOPLANCTON

DES

LACS DE L'ÉCOSSE ET DE LA SUISSE

PAR

Hans BACHMANN

professeur à Lucerne

(Suite et fin[1].)

V. Remarques sur les espèces intéressantes

Peridineae (fig. I et II).

J'ai rencontré peu de spécimens du genre *Peridinium* pour pouvoir donner mon opinion sur les sept espèces mentionnées par West.

En ce qui concerne *Ceratium hirundinella*, j'ai fait observer en 1905 qu'entre les formes à trois pointes courtes et celles à pointes allongées, tous les types de passage possibles existent dans les lacs suisses. De plus, j'ai vu que tous les types de passage existaient entre les formes à pointes postérieures parallèles jusqu'à celles qui sont divergentes. Au lieu de les comparer les unes après les autres, je vais donner les dessins

[1] Voir *Archives*, t. XXV, mars 1908, p. 249.

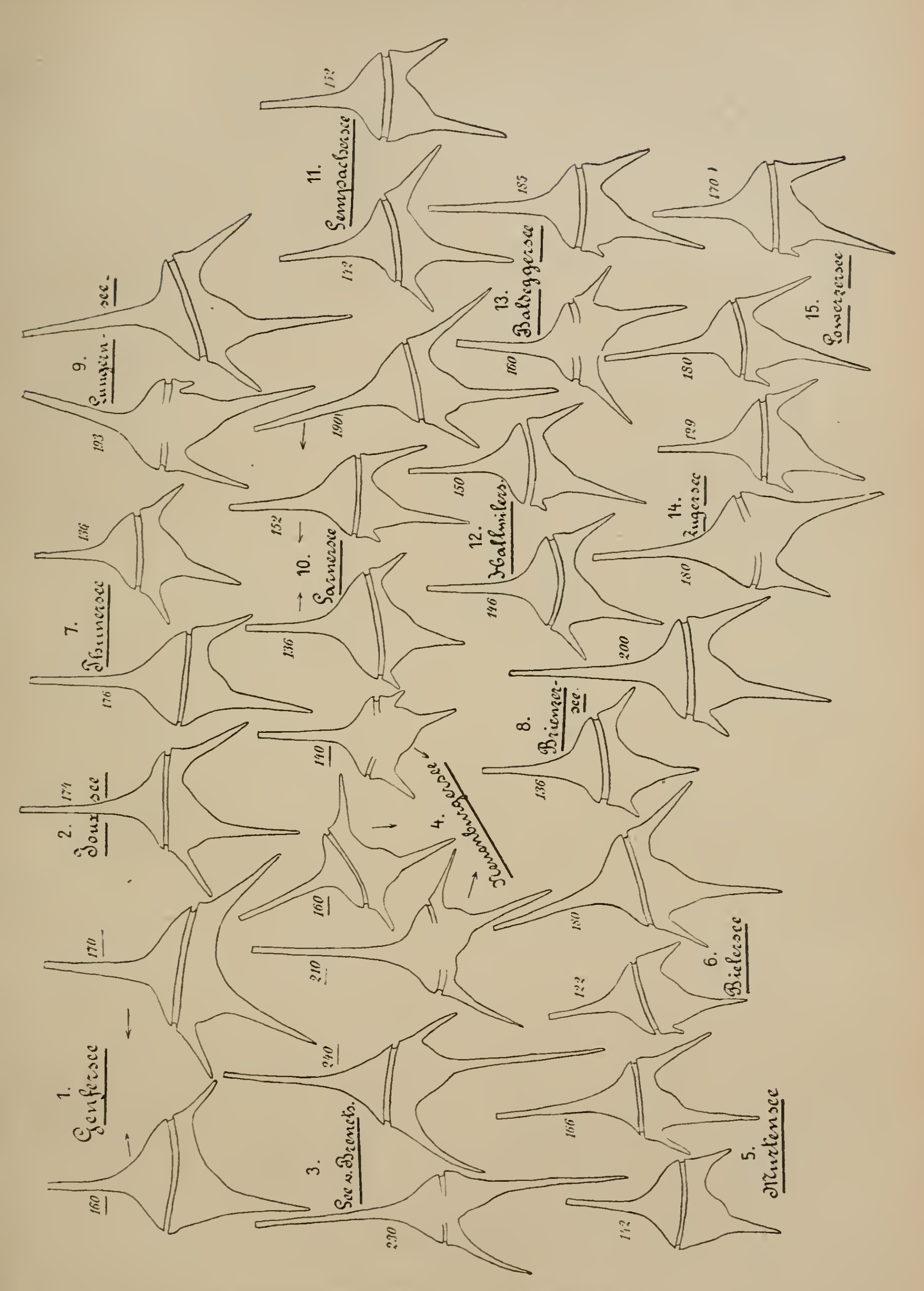


Fig. I. *Ceratium hirundinella* O. F. Müller de 30 lacs suisses.
Les chiffres placés à côté de chaque figure indiquent la longueur en μ.

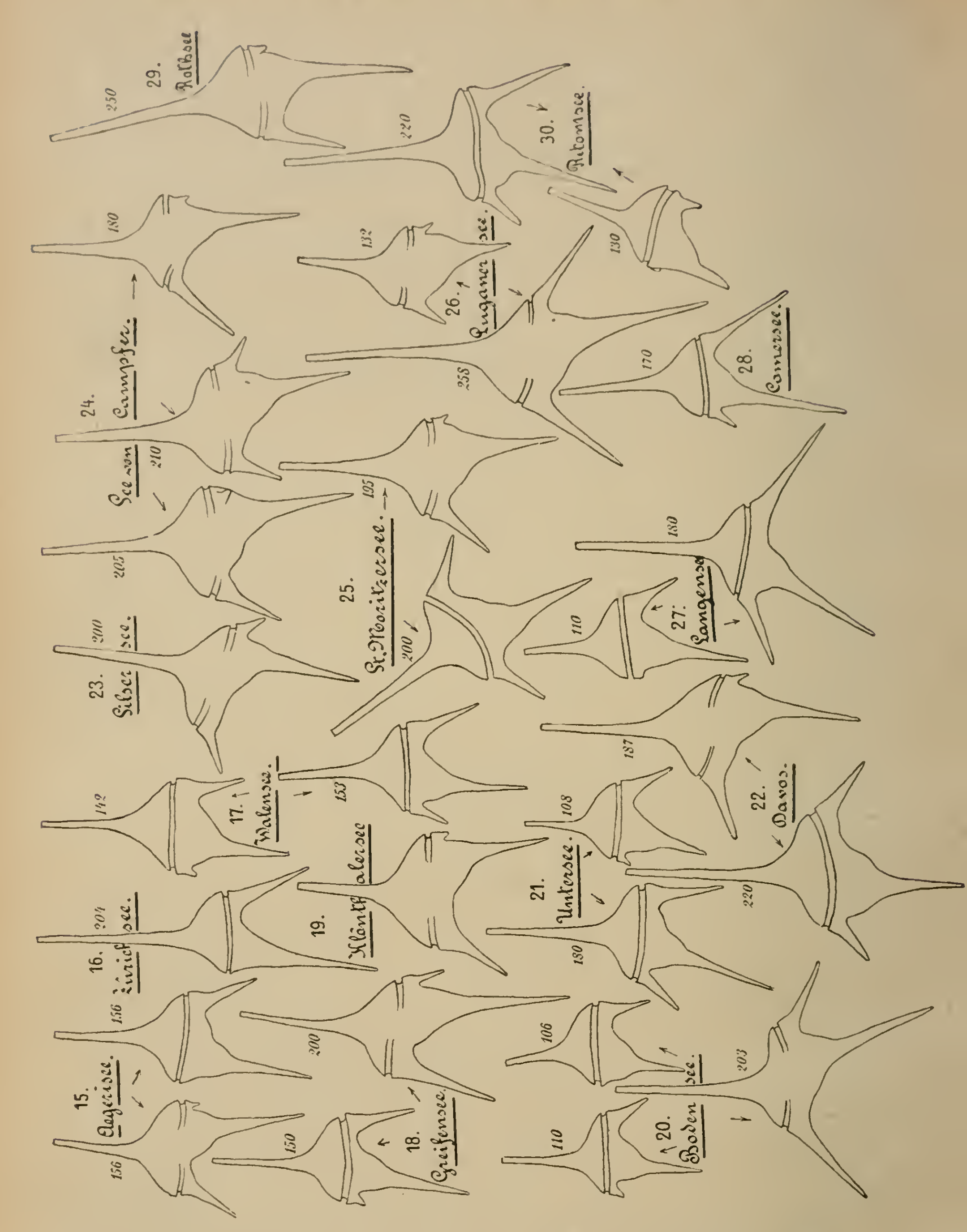


Fig. I. *Ceratium hirundinella* O. F. Müller de 30 lacs suisses.
Les chiffres placés à côté de chaque figure indiquent la longueur en µ.

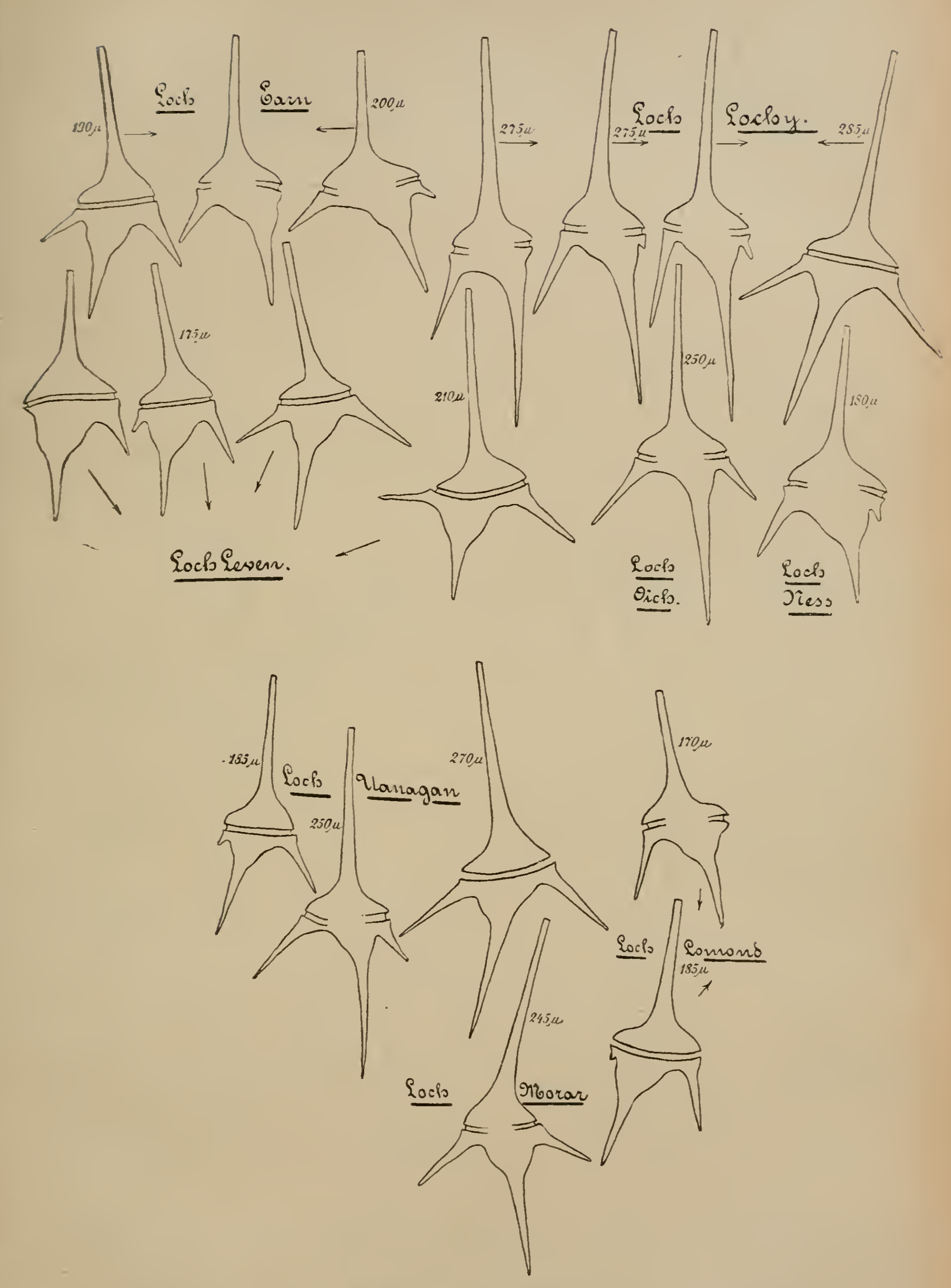


Fig. II. *Ceratium hirundinella* O F. Müller des lacs écossais.
Les chiffres placés à côté de chaque figure indiquent la longueur de la tige.

des *Ceratium* de 29 lacs suisses (fig. I) et de ceux trouvés dans les lacs d'Ecosse que j'ai étudiés (fig. II). Si j'examine les reproductions photographiques du travail de West, je conclus que l'étendue des variations des formes écossaises du *Ceratium* est moindre que celle des formes suisses.

Tabellaria (fig. III).

Grâce à la quantité de *Tabellaria* des lacs écossais, il est facile de fixer la limite des trois formes : *Tabellaria flocculosa*, *fenestrata* et *fenestrata* var. *intermedia Grun.* Il ressort de ces considérations que *Tabel-*

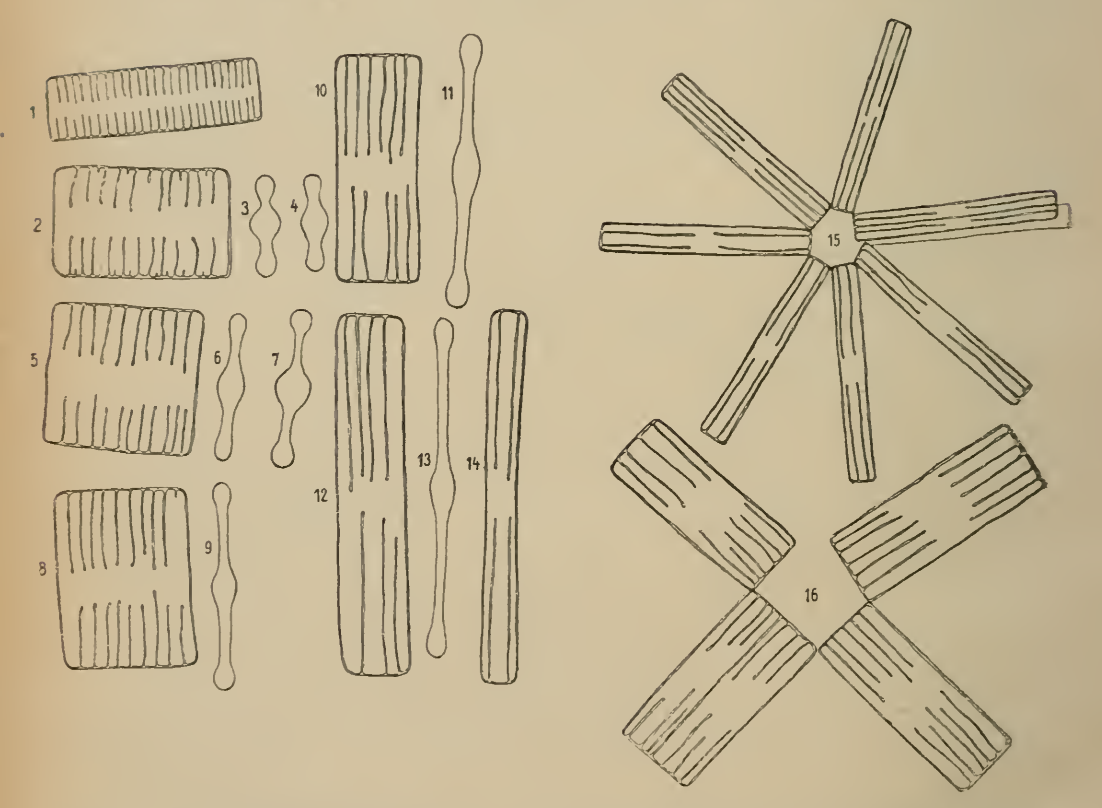


Fig. III. 1-7 *Tabellaria flocculosa.* — 8-11 *Tabellaria fenestrata* var. *intermedia.* — 12-14 *Tabellaria fenestrata.* — 15. *T. fenestrata* v. *asterionelloides.* — 16 *T. intermedia f. asterionelloides.*

laria flocculosa et *Tabellaria fenestrata* sont la première et la dernière forme du développement d'un type et doivent certainement être considérés comme variétés d'une seule espèce.

Rhizosolenia (fig. IV).

La figure suivante nous fait connaître *Rhizosolenia eriensis W. Sm.* var. *morsa* West et nous montre le fait déjà souvent observé de la grande capacité de variation des organismes du plancton. En ce qui concerne cette propriété du plancton, notre précédente affirmation, qui du reste se trouve dans tous les traités sur le plancton, n'est pas tout à fait juste. Klebs, dans ses différents travaux, a rendu attentif sur l'influence des conditions extérieures, les caractères d'une plante sont beaucoup plus nombreux qu'ils ne le paraissent

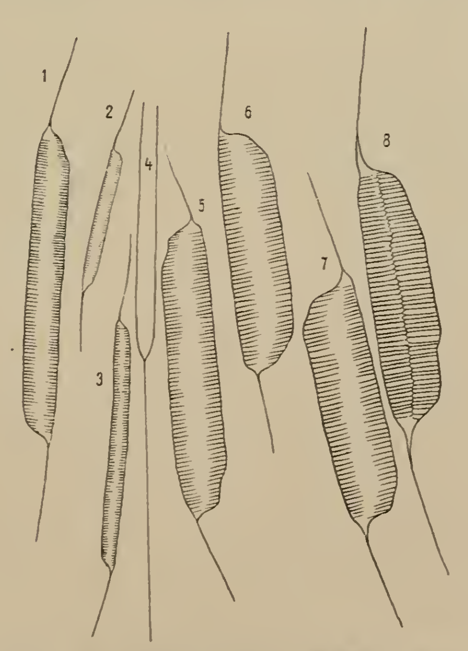


Fig. IV. *Rhizosolenia eriensis W. Sm.* var. *morsa West.*

dans les conditions ordinaires. C'est pour cela qu'un organisme (plante ou animal) fixé en un lieu subit, à ce qu'il me semble, beaucoup plus fortement les influences extérieures qu'un organisme flottant qui change continuellement de mode de vivre. Dans ce dernier cas, les nombreux caractères sont dissociés, la variation est grande. Dans le premier cas, un grand nombre de caractères restent à l'état latent, la variation est insignifiante.

Schizophycées

Je donne pour les algues bleues les dessins de deux organismes du plancton très fréquents dans les lacs écossais.

La figure V représente une *Cyanophycée*, *Gomphosphaeria Naegeliana*. Les colonies sont sphériques et irrégulièrement déchirées (2 et 3). Dans les colonies, on trouve souvent deux espèces de bactéries. *Anabaena Lemmermanni* (fig. VI), qui se rapproche beaucoup de *A. flos aquae*, formait des spores dans le lac Lochy (2, 3).

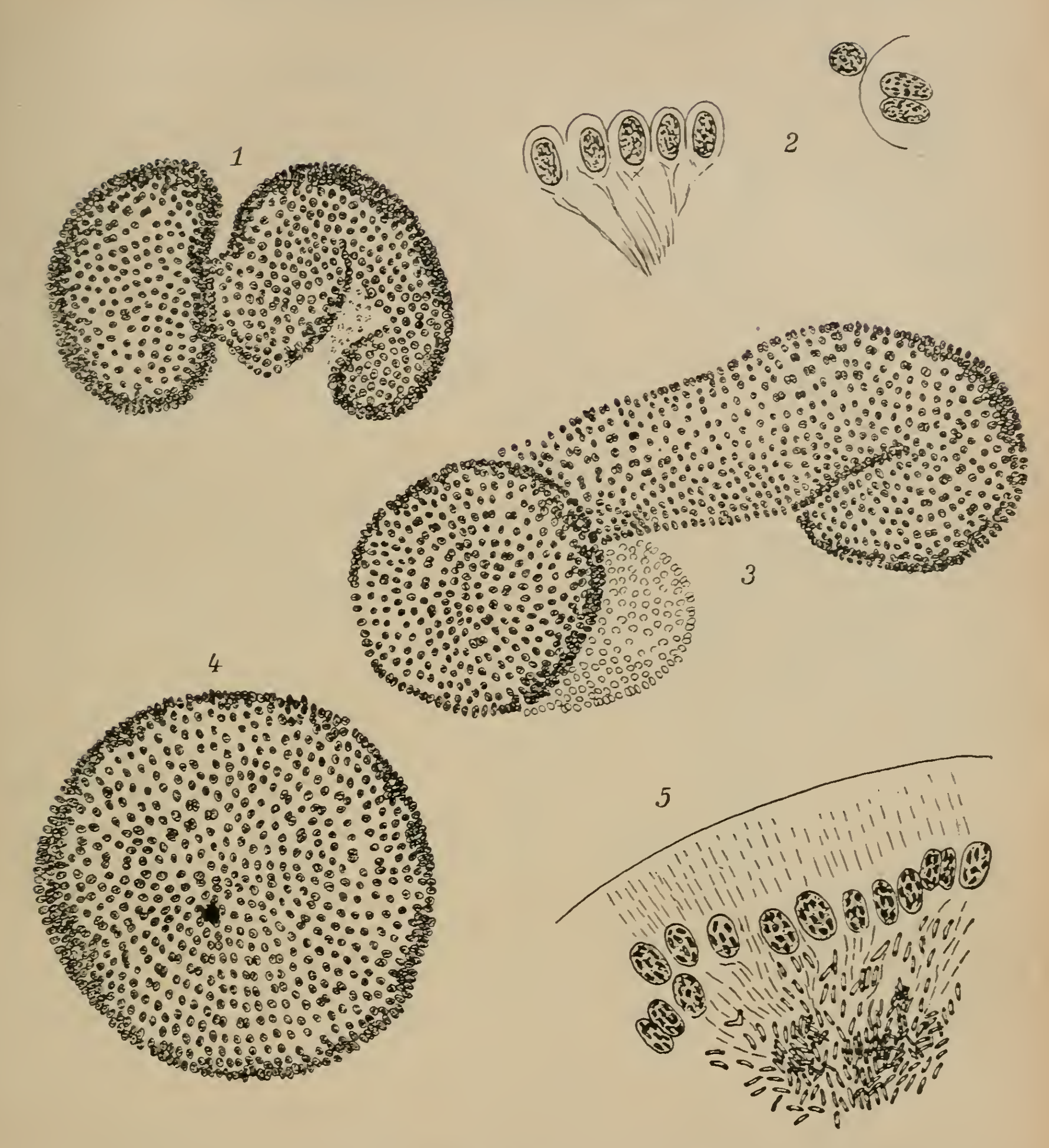


Fig. V. *Gomphosphaeria Naegeliana* (Ung.) Lemmerm du loch Earn.
4. Aspect des colonies. — 1 et 3. Colonies dissociées. — 2. Cellules entourées d'une gelée. devenues libres par pression. — Gelée contenant des bactéries.



Fig. VI *Anabaena Lemmermanni* Richt du loch Lochy.
1. Hétérocyste avec gelée. — 2. Amas de spores. -- 3. Spores mises en liberté. — 4. Division d'une spore. — 5. Aspect des colonies.

Epiphytes

Nulle part sur le plancton je n'ai trouvé d'aussi nombreux épiphytes que sur le phytoplancton des lacs écossais. *Gomphosphaeria Naegeliana* particulièrement en portait souvent une grande quantité. *Chlamydomonas inhaerens Bachm.* et *Chlamydomonas stipitata* coloraient l'auréole gélifiée de cette plante d'un vert vif. Les calices transparents de *Dinobryon caliciformis B.* ou de *Diplosigiopsis elegans B.* entouraient les colonies de Cyanophycées. Un autre *Gomphosphaeria*



Fig. VII. 1—15. *Chlamydomonas stipitata* n. sp

1. Cellule avec chromatophore en forme de cloche, pyrénoïde et petit style.— 2, 3. 4. Jeunes cellules provenant de zoospores. — 5. Cellule allongée avec chromatophore pariétal. — 6, 7. Cellules désorganisées (?). — 8. Division longitudinale. — 9. Tortion des cellules en vue d'une division transversale probable. — 10. Division transversale. — 11. Zoospores formées. — 12. Zoospores mises en liberté. — 13. Zoospore restant dans la cellule-mère. — 14. A partir du stade 9. les cellules se sont arrondies. — 15. Zoospore.

16, 17. *Hyalobryon Lauterborni* var. mucicola Lemm.

16. Cellule isolée. — 17. Colonie. — 18. *Dienobyron caliciformis* n. sp. — 19. *Diplosigiopsis. elegans* n. sp. — 20. *Stylochrysalis aurea* Chodat mihi. — 21. Division.

en forme de boule portait les calices caractéristiques de *Hyalobryon Lauterborni* var. *mucicola Lemm.* Et presque partout les colonies étaient remplies de milliers de bactéries.

VI. Extension verticale du phytoplancton

Dans le Loch Ness et le Loch Lochy, on travailla aussi avec la pompe pour vérifier si ces lacs donnaient les mêmes résultats qu'on avait obtenus en 1900 dans le lac des Quatre-Cantons. Tous ces essais faits au moyen de la pompe dont je m'étais servi pour le lac des Quatre-Cantons, concordent sur les points suivants :

1. Le maximum du phytoplancton n'est pas à la surface, mais entre celle-ci et une profondeur de 3 mètres.

2. Les algues vertes ont été trouvées vivantes jusqu'à une profondeur de 60 mètres.

3. Les organismes du plancton se comportent d'une manière très différente à mesure que la profondeur augmente. Ainsi, dans le Loch Lochy, les cellules de *Nephrocytium* rares à la surface étaient plus abondantes à 3 m. de profondeur. Parmi les Diatomées, *Tabellaria fenestrata* résistait mieux à une grande profondeur que *Tabellaria flocculosa*. Le Loch Ness contenait trop peu de plancton pour fixer la zone inhabitée. Dans le Loch Lochy, à 59 mètres, le plancton était si réduit qu'on peut à peine parler de son existence à 100 mètres. Nous ne sommes cependant pas autorisés à considérer cette zone comme inhabitée.

VII. Périodicité annuelle du phytoplancton

Malheureusement aucune observation suivie pendant plusieurs années n'a été faite sur les lacs écossais. De juin 1904 à mai 1905, je reçus chaque mois des échantillons de plancton du Loch Ness dont l'étude donna les résultats exposés dans la liste de ce travail. Malheureusement la quantité minime de plancton fait que le Loch Ness n'est pas propice à l'étude de la périodicité, J'employai encore pour l'étude de ce sujet quelques échantillons de plancton récoltés par M. James Murray lui-même.

Jusqu'à aujourd'hui on a placé le maximum de développement des Diatomées dans les mois d'hiver. Le Loch Ness, en ce qui concerne *Tabellaria*, et le Loch Leven, en ce qui concerne *Melosira*, concordent sur ce point. Comme Schröter l'a dit, *Tabellaria* peut aussi se développer abondamment pendant les mois d'été. Comme je l'ai montré en 1904, les Diatomées peuvent être très différentes suivant les lacs. Ainsi *Asterionella* atteignit son maximum en mai dans les lacs de Lugano et de Langen, en janvier dans celui de Zurich ; tandis qu'en août il formait la partie principale du plancton du Loch Leven et qu'à la même époque il était très peu répandu dans le Loch Oich. En novembre 1904, *Asterionella* était le genre prédominant du Loch Tay. *Rhizosolenia*, dont le plus grand développement est en août, montre combien chaque espèce a son développement propre. Le développement principal des Cyanophycées a lieu à la fin de l'été et en automne. Sur ce point, les lacs écossais concordent avec les lacs suisses.

Oscillatoria rubescens des lacs suisses atteint son maximum en janvier et à la même époque je trouvai *Anabaena* formant une fleur d'eau sur le lac de Lugano. Dans les lacs écossais, *Ceratium* atteint son maximum en septembre. En août, il forme une fleur d'eau sur le Loch Balnagown. Dans les lacs suisses, le développement principal de *Ceratium* a lieu de juillet à septembre. Dans les lacs du nord de l'Italie, il abonde toute l'année et ne montre presque aucune périodicité. *Dinobryon* a une périodicité observée particulièrement de mai à août. Dans les lacs suisses, les espèces de *Dinobryon* atteignent leur maximum de mai à juillet. Je ne peux donner aucun renseignement sûr quant à la périodicité des Desmidiées.

LES
MÉSANGES GRISES EN SUISSE

PAR

Gustave de BURG

(Communiqué à la Section de zoologie de la Société helvétique des Sciences naturelles le 30 juillet 1907, à Fribourg.)

On sait que Conrad de Baldenstein a le mérite d'avoir le premier, en 1827, dans l'*Alpina*, attiré l'attention des ornithologistes sur les *Mésanges grises* trouvées aux Grisons, espèce différente des Mésanges grises ordinaires : la Bergmönchsmeise, ou « Nonnette des montagnes ». Après lui, Brehm s'en occupait en 1831, Selys-Longchamp en 1843, Bailly en 1852, Fatio-Beaumont en 1856, Brehm en 1856, de Salis en 1863, V. Fatio en 1865, Prazak en 1895, Kleinschmidt en 1897, de Tschusi en 1898, Hellmayr en 1900 et 1903 dans le *Tierreich*, Hartert en 1905 dans son ouvrage : *Die Vögel der palæarktischen Fauna.*

Quoique Bailly, 1852, ait noté le premier la différence de coloration et de nuance de la calotte de ces Mésanges et que Fatio, en 1865, appuyât encore spécialement sur cette différence, il s'écoula néanmoins quelques dizaines d'années jusqu'à ce que cette marque si importante fût appréciée dans toute sa valeur. Klein-

schmidt, enfin, prit comme guide cette calotte brunâtre — ou noir-bleuâtre, brillante — ou mate, et depuis on fait volontiers la distinction entre les Mésanges grises à calotte mate et celles à calotte brillante.

Cela nous mènerait trop loin de citer ici toutes les sous-espèces des Mésanges grises mentionnées par Hartert, le dernier qui ait traité cette question. Je me borne à faire remarquer que Hartert avait à sa disposition un matériel considérable provenant de la Suisse, et que moi-même je m'occupe, depuis des années, de cette question, en ma qualité de rédacteur de la 4[me] livraison du Catalogue des oiseaux de la Suisse, contenant les Mésanges ; j'ose assurer à mes colloborateurs du Catalogue que le retard dans la publication de cette livraison provenait, pour une bonne part, des Mésanges grises.

I. Les MÉSANGES GRISES A CALOTTE BRILLANTE sont représentées en Suisse par :

1. La *Mésange grise commune (Parus palustris communis Hartert)*, qui se trouve dans la partie septentrionale de la Suisse, soit au nord des Alpes. D'ailleurs elle habite l'Allemagne et l'Autriche, à l'exception de la contrée rhénane et de la Prusse orientale. Elle s'élève jusqu'à 1200 mètres, selon Fatio, jusqu'à 1500 mètres et même plus haut, d'après mes observations.

2. A l'ouest, elle est remplacée, peu à peu, par la *Mésange grise à bec long (Parus palustris longirostris)*, qui habite la France, la Belgique, la Hollande et les contrées rhénanes. C'est de là que nous viennent probablement les exemplaires qui visitent nos contrées pour y passer l'hiver.

3. Au sud des Alpes, la Mésange grise commune

n'apparaît que rarement en passage et comme hôte d'hiver. L'espèce indigène de ces contrées est la *Palustris italicus Hartert*, la *Mésange grise italienne*, qui est répandue depuis le Gothard jusqu'au sud de l'Italie.

II. Parmi les MÉSANGES GRISES A CALOTTE MATE, il faut noter :

1. La *Mésange alpestre (Parus atricapillus montanus Hartert)*; elle se trouve dans les Alpes depuis 1100 ou 1300 m. s/m. jusqu'à 2300 à 2500 m. s/m. Hartert laisse tomber la forme ou race montagnarde, mentionnée par Bailly et Fatio, *Parus montanus alpestris Fatio*, et cette modification est appréciable par divers motifs. Dans le Jura occidental, qui est également habité par la Mésange alpestre, elle ne se trouve guère au-dessus de 1300 mètres. Le Grenchenberg, au-dessus de Granges (Soleure), est le point le plus oriental où elle soit constatée comme nicheuse. La Mésange alpestre habite toute la région alpine.

2. La *Mésange rhénane des saules (Parus atricapillus rhenanus Hartert)* habite les contrées rhénanes, et elle n'est connue en Suisse que comme hôte d'hiver rare. Comme l'espèce suivante, elle possède les signes des deux groupes principaux et les réunit, non seulement quant à leur répartition géographique, mais aussi par la couleur de sa robe.

3. La *Mésange des saules de l'Europe centrale (Parus atricapillus salicarius Hartert)*. Celle-ci, habitant les contrées boisées de l'Allemagne et de l'Autriche jusque vers 1000 mètres s/m., très semblable à la précédente, ne s'est montrée que très rarement, jusqu'à présent, comme oiseau de passage, en automne, dans le plateau suisse.

Quant aux descriptions, je citerai Hartert : *Die Vögel der palæarktischen Fauna*. Quant aux localités et aux dates, ainsi qu'aux passages, on trouvera les indications nécessaires dans la livraison IV du Catalogue des oiseaux de la Suisse[1]. J'y ai consacré, aux Mésanges grises, les pages 466-514.

J'ai eu spécialement en vue, par les lignes qui précèdent, de diriger l'attention des ornithologues suisses sur ces groupes si intéressants qui, plus que d'autres, offrent une image si typique de variabilité et d'adaptation au climat et à la contrée, et de provoquer leur collaboration dans l'étude particulièrement compliquée de cette espèce. Mon petit travail ne doit être considéré que comme un aperçu provisoire du dit groupe.

[1] Catalogue des oiseaux de la Suisse de V. Fatio et Th. Studer, élaboré par ordre du Département fédéral de l'Intérieur (division des forêts), par G. de Burg, livraison IV : Mésanges, avec deux cartes. Texte allemand 200 pages, texte français 230 pages. Berne. 1907.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

PENDANT LES MOIS DE

Septembre, Octobre et Novembre 1907

(AUTOMNE 1907)

OBSERVATIONS DIVERSES

Septembre 1907.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : les 13, 16, 17, 19 et 28 à Dailly; les 3, 13, 14, 16, 17, 18, 19 et 28 à l'Aiguille.

Fœhn le 25 aux quatre stations et le 27 aux deux stations inférieures.

Octobre 1907.

Brouillard. — I. *Brouillard pendant une partie de la journée* : les 17 et 26 à Savatan; les 1, 3, 5, 10, 15, 24, 25 et 28 à Dailly et à l'Aiguille. — II. *Brouillard pendant tout le jour :* les 17 et 26 à Dailly et à l'Aiguille.

Fœhn les 13, 16 et dans la nuit du 18 au 19 aux quatre stations.

Novembre 1907.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : le 5 à Savatan; les 13, 21 et 24 à Dailly; les 13, 21, 22, 24 et 25 à l'Aiguille.

Neige sur le sol : les 14, 25 et 26 à Dailly; les 14, 15, 25 et 26 à l'Aiguille.

Fœhn le 7 au soir et le 26 au matin aux deux stations inférieures.

MOIS DE SEPTEMBRE 1907

Jours du mois.	Baromètre Hauteur moyenne Savatan	Baromètre Dailly	Thermomètre Température moyenne Savatan	Thermomètre Dailly	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Savatan	Hygromèt. Dailly	Nébulosité moyenne Lavey	Nébulosité Savatan	Nébulosité Dailly	Pluie et Neige (hauteur mesurée) Lavey Pluie	Lavey Neige	Savatan Pluie	Savatan Neige	Dailly Pluie	Dailly Neige	Aiguille Pluie	Aiguille Neige
	mm	mm.	0	0	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	705.6	661.6	+ 15.9	+14.5	83	74	5	5	7	2.1	....	1.5	....	1.6	....	1.4	....
2	704.0	659.3	16.2	12.4	79	88	6	5	6	8.1	....	7.5	....	10.0	....	9.8	....
3	699.9	655.1	13.5	10.6	88	86	10	10	7	**11.4**	....	**11.8**	....	**13.7**	....	**14.1**	....
4	705.3	659.7	12.4	11.0	64	62	4	5	2	....	....	....	....	....	....	....	....
5	709.5	664.6	14.6	11.6	47	52	6	4	6	....	....	....	....	....	....	....	....
6	710.1	665.4	16.6	14.2	59	72	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
7	711.5	665.8	18.5	16.2	73	74	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
8	**712.3**	663.2	**18.7**	**17.2**	61	55	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
9	711.9	**666.6**	17.9	17.0	59	66	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
10	708.6	663.5	17.8	15.5	73	86	4	5	4	....	....	....	....	....	....	....	....
11	709.1	664.0	17.6	16.0	65	63	3	2	3	....	....	....	....	....	....	....	....
12	709.4	664.5	17.3	15.3	56	54	7	2	6	0.2	....	0.3	....	....	....	....	....
13	708.9	663.1	15.3	11.6	79	93	9	8	10	5.8	....	5.7	....	7.9	....	7.6	....
14	709.2	662.7	14.0	10.5	82	94	9	8	10	4.0	....	5.5	....	11.5	....	11.7	....
15	708.8	663.1	13.9	11.5	71	86	8	8	7	1.5	....	1.5	....	3.3	....	9.8	....
16	708.6	663.2	12.0	7.7	77	97	7	7	7	....	....	....	....	....	....	....	....
17	709.9	662.8	**9.9**	**6.8**	82	100	6	7	7	....	....	....	....	....	....	....	....
18	709.4	663.3	12.3	8.3	73	100	1	1	2	....	....	....	....	....	....	....	....
19	711.3	664.1	11.5	9.9	**92**	88	7	3	3	....	....	....	....	....	....	0.2	....
20	711.2	665.2	12.9	14.6	84	55	1	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
21	709.6	664.0	14.6	14.4	79	64	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
22	708.6	662.7	12.7	10.9	85	92	7	7	5	....	....	....	....	....	....	....	....
23	708.4	662.7	13.6	12.7	75	68	1	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
24	707.8	662.1	14.2	14.1	71	51	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
25	704.4	659.3	16.7	14.3	48	**40**	2	4	4	....	....	....	....	....	....	....	....
26	701.6	656.7	18.4	13.9	**45**	49	6	4	4	....	....	....	....	....	....	....	....
27	**699.1**	654.9	16.7	14.7	49	45	8	6	6	....	....	....	....	....	....	....	....
28	700.3	**654.7**	14.6	10.9	75	80	6	6	6	3.2	....	3.4	....	4.5	....	5.2	....
29	701.3	655.4	12.5	11.0	69	66	7	4	1	....	....	....	....	....	....	....	....
30	700.2	655.0	+ 14.7	+ 11.9	69	54	8	6	6	....	....	....	....	....	....	....	....
MOIS	707.19	661.61	+ 14.92	+ 12.71	70	72	4.5	3.9	4.0	36.3	....	37.2	....	52.5	...	59.8	....

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1907

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade...	707.82	707.70	708.03	707.87	662.04	662.23	663.15	662.47
2me » ...	709.57	709.37	709.84	709.59	663.51	663.40	663.92	663.61
3me » ...	704.21	704.06	704.08	704.12	658.91	658.72	658.60	658.74
Mois..	707.20	707.04	707.33	707.19	661.48	661.45	661.89	661.61

Température.

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade...	+13.68	+18.46	+16.44	+16.19	+12.5	+20.8
2me » ...	11.48	16.12	13.42	13.67	11.0	17.2
3me » ...	13.08	15.86	15.70	14.88	11.4	19.0
Mois..	+12.75	+16.81	+15.19	+14.92	+11.7	+19.0

	Dailly					
1re décade...	+12.58	+15.53	+14.00	+14.04	+ 9.1	+17.9
2me » ...	9.39	13.08	11.21	11.23	7.3	15.6
3me » ...	10.92	15.21	12.52	12.88	8.6	17.6
Mois..	+10.96	+14.61	+12.58	+12.71	+ 8.3	+17.0

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	73	66	68	69	74	65	74	71
2me » ...	84	68	76	76	88	77	83	83
3me » ...	66	69	64	66	69	53	61	61
Mois..	74	68	69	70	77	65	73	72

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7h.m.	1h.s.	9h.s.	Moyenne	7h.m.	1h.s.	9h.s.	Moyenne	7h.m.	1h.s.	9h.s.	Moyenne
1re décade...	3.3	3.7	3.2	3.4	3.2	4.0	3.3	3.5	3.2	4.6	1.8	3.2
2me » ...	6.1	6.4	4.8	5.8	5.3	4.8	3.5	4.5	7.1	5.0	4.1	5.4
3me » ...	4.4	4.7	4.3	4.5	3.4	5.3	2.7	3.8	3.1	4.1	3.1	3.4
Mois..	4.6	4.9	4.1	4.5	4.0	4.7	3.2	3.9	4.5	4.6	3.0	4.0

MOIS D'OCTOBRE 1907

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne Savatan	Baromètre Hauteur moyenne Dailly	Thermomètre Température moyenne Savatan	Thermomètre Température moyenne Dailly	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Savatan	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Dailly	Nébulosité moyenne Lavey	Nébulosité moyenne Savatan	Nébulosité moyenne Dailly	Pluie et Neige (hauteur mesurée) Lavey Pluie	Lavey Neige	Savatan Pluie	Savatan Neige	Dailly Pluie	Dailly Neige	Aiguille Pluie	Aiguille Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	700.8	654.6	+12.7	+ 9.3	79	92	5	6	5	2.7	....	3.2		4.1	....	5.2	....
2	702.6	655.7	11.1	7.7	78	83	5	5	4	....	....	....	....	....	....	....	....
3	695.7	650.7	10.9	7.2	74	82	10	8	10	8.5	....	7.3	....	7.9	....	6.2	....
4	700.3	653.5	10.8	7.3	73	91	2	2	4	....	....	....	....	....	....	....	....
5	705.4	657.7	9.3	6.1	92	99	10	7	10	1.0	....	0.8	....	0.7	....	2.8	....
6	704.7	658.0	10.0	6.3	77	89	10	7	7	0.2	....	0.6	....	0.8	....	1.7	....
7	701.7	655.3	12.0	8.1	59	74	10	7	10	....	....	....	....	0.3	....	0.1	....
8	697.7	652.1	12.6	10.9	75	77	9	6	3	....	....	....	....	....	....	....	....
9	697.5	652.3	13 2	11.4	66	59	10	9	8	13.4	....	15.9	....	**24.0**	....	**27.2**	....
10	705.6	659.1	12.1	8.2	78	93	7	5	6	....	....	0.6	....	0.3	....	0.1	....
11	**710.4**	663.3	13.7	11.5	56	46	4	3	0	....	....	....	....	....	....	....	....
12	709.5	**663.4**	13.9	**12.7**	60	42	3	5	0	....	....	....	....	....	....	....	....
13	703.7	658.3	**16.2**	11.1	**35**	38	4	4	5	....	....	....	....	....	....	....	....
14	697.9	652.3	12.6	10.1	72	72	6	6	5	....	....	....	....	....	....	....	....
15	695.9	649.5	9.6	7.0	72	76	6	6	6	11.5	....	10.5	....	4.0	....	5.2	....
16	**690.1**	**645.7**	13.3	10.9	54	39	6	5	7	15.5	....	**17.2**	....	19.0	....	17 2	....
17	694.9	647.2	6.1	3.1	96	100	10	10	10	15.3	....	16.7	....	12.4	....	11.4	....
18	700.8	652.8	9.7	6.4	58	65	6	5	3	....	....	....	....	....	....	....	....
19	704.1	658.0	12.1	9.6	45	**36**	9	5	6	....	....	....	....	....	....	....	....
20	706.4	660.3	13.3	11.5	55	40	5	6	6	....	....	....	....	....	....	....	....
21	706.8	660.7	12.5	12.2	68	38	3	5	4	....	....	....	....	....	....	....	....
22	706.5	660.3	12.1	**12.7**	68	41	3	3	3	....	....	....	....	....	....	....	....
23	704.2	657.9	12.1	10.7	67	60	5	1	3	....	....	....	....	....	....	....	....
24	702.7	655.7	9.0	6.1	92	100	9	9	9	12.7	....	14.0	....	**24.0**	....	21.2	....
25	701.8	654.9	6.7	3.5	96	100	10	10	10	6.3	....	6.8	....	8.7	....	9.3	....
26	697.3	650.7	5.7	**1.7**	**99**	100	10	10	10	12.1	....	14.2	....	17.0	....	20.2	....
27	699.6	652.5	**5.3**	2.0	91	100	8	10	8	....	....	....	....	0.5	....	1.2	....
28	696.9	650.9	6.4	3.1	85	100	7	10	10	....	....	....	....	....	....	....	....
29	693.5	648.0	8.1	6.7	69	55	1	2	2	0.2	....	0.7	....	0.5	....	0.2	....
30	696.0	649.4	8.2	5.5	83	85	10	6	6	**18.0**	....	16.2	....	15.4	....	17.1	....
31	703.2	656.7	+ 9.5	+ 6.6	60	63	2	1	2	....	....	....	....	....	....	....	....
MOIS	701.10	654.76	+10.67	+ 7.99	72	72	6.7	6.0	5.8	117.4	....	124.7	....	139.6	....	146.3	....

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1907

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm.	mm.	mm.	mm	mm.	mm.	mm.	mm.
1re décade...	700.71	700.78	702.13	701.21	654.48	654.52	655.75	654 91
2me » ...	701.32	700.98	701.83	701.38	654.76	655.08	655.40	655.08
3me » ...	700.66	700.53	701.10	700.76	654.14	654.24	654.63	654.34
Mois..	700.89	700.75	701.67	701.10	654.45	654.60	655.24	654.76

Température.

	Savatan					
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. moyen	Maxim. moyen
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	+10.18	+13.24	+11.00	+11.47	+ 9.2	+14.8
2me » ...	10.26	13.82	12.04	12.04	7.9	15.4
3me » ...	7.53	10.09	8.45	8.69	6.6	11.5
Mois..	+ 9.26	+12.31	+10.43	+10.67	+ 7.9	+14.0
	Dailly					
1re décade...	+ 7.03	+ 9.89	+ 7.85	+ 8.26	+ 4.9	+11.5
2me » ...	8.04	11.07	9.06	9.39	4.5	13.7
3me » ...	5.34	7.99	6.11	6.48	2.9	8.8
Mois..	+ 6.75	+ 9.60	+ 7.62	+ 7.99	+ 4.1	+11.3

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	84	68	73	75	85	86	82	84
2me » ...	65	61	56	60	56	56	55	55
3me » ...	81	77	81	80	82	74	75	77
Mois..	77	69	70	72	74	72	71	72

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	9.2	7.6	6.7	7.8	7.5	6.4	4.4	6 1	8.1	8.0	4.0	6.7
2me » ...	6.9	5.4	5.8	6.0	6.3	6.6	3.6	5.5	5.2	5.1	4.0	4.8
3me » ...	6.4	6.5	5.8	6.3	6.8	6.5	5.4	6.3	6.5	5.9	5.8	6.1
Mois..	7.5	6.5	6.1	6.7	6.9	6.5	4.5	6.0	6.6	6.3	4.6	5.8

MOIS DE NOVEMBRE 1907

Jours du mois.	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	0	0	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	704.3	659.0	+11.1	+ 8.5	**42**	40	6	1	4	....	....	....	....	....	....	....	....
2	699.6	654.7	10.8	9.8	60	36	9	10	10	....	....	....	....	....	....	....	....
3	**697.0**	**651.5**	**15.0**	9.8	67	47	10	8	10	....	....	....	....	....	....	....	....
4	700.8	655.1	7.4	**9.9**	**96**	53	10	10	0	....	....	....	....	....	....	....	....
5	705.0	658.8	6.9	8.2	88	46	4	8	0	....	....	....	....	....	....	....	....
6	705.8	659.1	5.3	7.4	67	29	0	2	0	....	....	....	....	....	....	....	....
7	706.0	659.9	8.5	8.1	66	**24**	2	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
8	704.4	658.2	7.8	8.0	71	44	4	7	6	....	....	....	....	....	....	....	....
9	702.6	656.4	9.1	7.9	75	59	8	7	7	....	....	....	....	....	....	....	....
10	704.9	659.0	10.5	9.4	58	57	3	4	4	....	....	....	....	....	....	....	....
11	702.8	655.8	9.3	7.9	68	50	10	8	7	....	....	....	....	....	....	....	....
12	699.5	653.3	8.3	7.0	90	69	9	10	9	**4.6**	....	**4.7**	....	**6.3**	....	**5.4**	....
13	705.1	658.5	7.1	3.5	68	77	10	7	10	3.1	....	4.3	....	5.7	1	4.8	**3**
14	709.0	661.6	4.3	0.9	58	84	5	6	5	....	....	....	....	....	....	....	....
15	**710.1**	**662.6**	4.4	3.4	53	45	3	4	2	....	....	....	....	....	....	....	....
16	708.8	661.4	3.4	1.7	70	67	1	5	5	....	....	....	....	....	....	....	....
17	707.8	660.0	4.1	2.2	81	91	3	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
18	708.6	660.7	3.5	2.4	76	84	0	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
19	709.1	661.2	2.6	3.1	68	44	1	3	1	....	....	....	....	....	....	....	....
20	706.9	659.4	3.1	+ 3.1	66	57	8	5	6	....	....	....	....	....	....	....	....
21	707.5	659.6	2.4	- 1.0	81	95	9	7	7	....	....	....	....	....	....	....	....
22	705.5	656.9	1.5	- **2.0**	78	**97**	8	7	7	....	....	....	....	....	....	....	....
23	702.1	655.0	1.5	- 1.9	67	59	4	5	7	....	....	....	....	....	....	....	....
24	703.9	655.3	**1.3**	- 1.0	74	89	9	8	8	1.0	....	....	....	1.6	1	1.3	2
25	702.6	655.5	2.7	- 0.3	54	58	3	1	3	....	....	....	....	....	....	....	....
26	700.4	654.1	3.5	+ 1.8	73	74	9	7	7	1.5	....	2.9	....	3.2	....	2.2	....
27	701.9	655.9	9.0	6.7	57	55	3	3	3	....	....	....	....	....	....	....	....
28	705.5	658.9	6.7	7.3	67	41	1	2	2	....	....	....	....	....	....	....	....
29	708.3	661.3	4.3	6.7	71	39	1	0	1	....	....	....	....	....	....	....	....
30	708.9	662.1	+ 3.7	+ 5.7	76	36	6	6	2	....	....	....	....	....	....	....	....
Mois	704.82	658.06	+ 5.98	+ 1.81	69	58	5.3	5.2	4.5	10.2	...	11.9	....	16.8	2	13.7	5

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1907

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1re décade...	703.17	702.77	703.21	703.05	657.18	656.94	657.39	657.17
2me » ...	706.89	706.50	706.86	706.75	659.66	659.48	659.45	659.53
3me » ...	704.41	704.61	704.95	704.66	657.40	657.36	657.63	657.46
Mois..	704.82	704.63	705.01	704.82	658.08	657.93	658.16	658.06

Température.

	Savatan					
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. moyen	Maxim. moyen
	o	o	o	o	o	o
1re décade...	+ 7.42	+11.20	+ 9.12	+ 9.25	+ 5.5	+12.4
2me » ...	3.40	6.94	4.72	5.02	2.8	7.5
3me » ...	3.12	4.34	3.54	3.67	1.4	5.7
Mois..	+ 4.65	+ 7.49	+ 5.79	+ 5.98	+ 3.2	+ 8.5
	Dailly					
1re décade...	+ 7.29	+10.39	+ 8.39	+ 8.69	+ 5.0	+11.4
2me » ...	2.25	5.53	2.81	3.53	- 0.5	6.2
3me » ...	1.16	3.49	1.96	2.20	- 2.4	5.2
Mois..	+ 3.57	+ 6.47	+ 4.39	+ 4.81	+ 0.7	+ 7.6

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	67	70	70	69	44	42	44	43
2me » ...	73	61	75	70	72	57	72	67
3me » ...	67	73	69	70	67	64	62	64
Mois..	69	68	71	69	61	54	59	58

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	6.1	4.8	5.9	5.6	6.7	5.9	5.1	5.9	5.7	4.5	2.5	4.2
2me » ...	5.5	5.1	4.3	5.0	4.8	5.5	4.8	5.0	4.8	5.2	3.7	4.6
3me » ...	5.0	5.6	5.6	5.4	4.5	5.0	4.5	4.7	5.7	4.7	3.3	4.6
Mois..	5.5	5.2	5.3	5.3	5.3	5.5	4.8	5.2	5.4	4.8	3.2	4.5

COMPTE RENDU DE LA SÉANCE

DE LA

SOCIÉTÉ SUISSE DE CHIMIE

tenue à Soleure le 29 février 1908.

Présidents : M. le prof. H. Rupe (Bâle).
» A. Tschirch (Berne).
Secrétaire : M. le prof. Fr. Fichter (Bâle).

A. Tschirch. Conférence sur la chimie et la physiologie des sécrétions végétales. — St. von Kostanecki. Contribution à l'étude de la brésiline et de la catéchine. — L. Pelet. Les teintures multiples. — P. Dutoit. Chaleurs de dissociation électrolytique de quelques sels. — A. Brun. Les hydrocarbures des volcans. — A. Werner. Théorie des colorants pour mordants. — F. Kehrmann. Colorants du groupe de l'acridine.

A. Tschirch (Berne). *Conférence sur la chimie et la physiologie des sécrétions végétales.*

Les chimistes ont assez généralement négligé jusqu'ici l'étude des produits de sécrétion des plantes, et particulièrement celle des résines. Cela vient, sans nul doute, de ce qu'ils ont trop souvent rencontré dans leurs recherches, comme sous-produits gênants et désagréables, des substances de nature résineuse. Il ne faut pas oublier cependant que l'on peut retirer de certaines résines végétales des corps parfaitement définis et bien cristallisés (p. ex. l'amyrine, le benzorésinol, l'euphorbone, les acides abiétique, pimarique et élémique) ; on ne saurait méconnaître, d'autre part, le rôle que les premiers travaux sur les résines ont joué dans le développement de la chi-

mie organique, en provoquant la découverte de composés tels que le benzène, le toluène, le styrolène, le gaiacol, les acides succinique, benzoïque, férulique, paracoumarique, etc.

Le conférencier rappelle qu'il s'occupe depuis 21 ans des sécrétions végétales. Il débuta par des recherches de physiologie botanique, qui le conduisirent à la découverte de la *couche résinogène*, dans laquelle s'élaborent les résines, ainsi qu'à l'établissement des *lois* qui président à cette élaboration. Il reconnut que les cellules de cette couche ne sécrètent pas la résine toute formée, mais seulement des *substances résinogènes ;* que, chez toutes les plantes qui possèdent des réservoirs à résine, ainsi que chez quelques-unes qui n'en ont pas, il se forme, à la suite d'une blessure du végétal, tout un nouveau système compliqué de vaisseaux secondaires ; que la résine sécrétée sert de baume à la blessure, qu'elle n'est donc pas un simple produit de déchet, mais qu'on doit lui attribuer une utilité et un rôle biologiques. Et l'on pourrait en dire autant des huiles essentielles.

Les premiers travaux publiés sur le sujet ne constituaient pas, malgré l'importance de quelques-uns d'entre eux, une *chimie des résines*; celle-ci restait à créer; il s'agissais d'étudier un nombre aussi grand que possible de résinet de diverses catégories et d'appliquer à cette étude une méthode uniforme. C'est ce qu'ont fait l'auteur et ses élèves à partir de l'année 1890. Leurs travaux remplissent aujourd'hui sept gros volumes, et il est permis d'en tirer quelques conclusions générales qui peuvent servir de base à une *chimie physiologique des sécrétions végétales.*

Dans le grand nombre de composés définis qu'il a isolés, M. Tschirch distingue les six types suivants :

1° les *résinotannols,* qui sont des alcools ayant certains rapports avec les tannins, et qui appartiennent indubitablement à la série aromatique, ainsi que le prouve leur transformation quantitative en acide picrique par l'action de l'acide nitrique.

2° les *résinols*, autre groupe d'alcools bien cristallisés.

Résinols et résinotannols se rencontrent dans les résines, soit à l'état libre, soit éthérifiés par des acides qui rentrent dans le groupe des acides benzoïque et salicylique ou dans celui de l'acide cinnamique (ombelliférone, acides férulique, paracoumarique, caféique). L'existence de ces éthers permet d'établir un parallèle entre les résines et les graisses.

3° les *acides résiniques*, qui doivent, au moins en partie (acides abiétique, pimarique, etc.), être regardés comme dérivant d'un rétène fortement hydrogéné. Ces acides ne possèdent qu'une ou deux liaisons doubles et appartiennent à la série hydroaromatique.

4° les *résènes*, corps indifférents, encore incomplètement étudiés, et qui sont probablement des oxypolyterpènes.

5° les *lactorétines*, parmi lesquelles figurent le caoutchouc et la gutta-percha ; ce sont des hydrocarbures dérivant probablement de l'aldéhyde lévulique.

6° les *aliphatorétines*, résines dans lesquelles se trouvent des composés de la série grasse (acides succinique et aleuritique, dérivés de l'acide citrique), ou des glucosides des acides de la même série (comme p. ex. les *glucorétines* des résines des Convolvulacées).

En partant des acides succinique et pyrotartrique, et en passant par les acides β-isopropylglutarique, terpénilique et térébique, on arrive aux acides résiniques des Conifères, lesquels apparaissent dès lors comme provenant en dernier ressort des hydrates de carbone ; ils montrent, d'autre part, des relations avec la *phytostérine*, laquelle, vu son existence constante dans le plasma, doit jouer un grand rôle dans la chimie physiologique de la cellule végétale.

Les résines qui dérivent du rétène présentent des rapports avec les terpènes ; d'autres avec les tannoïdes. En tous cas, les résines ne constituent pas une classe homogène, mais sont des mélanges de substances très diverses.

Parmi les matières secondaires qui accompagnent les résines, il faut placer en première ligne les *hémicelluloses*.

Celles-ci proviennent aussi de la couche résinogène ; on les trouve surtout dans les plantes chez lesquelles cette couche est tendre et s'écoule lorsqu'on sectionne l'organe ; elles se rencontrent, par exemple, dans les gommes-résines des Ombellifères, et cela toujours à côté d'*enzymes*. On peut se demander si ces enzymes ne jouent pas un rôle dans la formation des résines, et, vu les réactions du pyrrol et du furfurol qu'elles fournissent toujours simultanément, si elles ne constituent pas un terme intermédiaire entre les albumines et les hémicelluloses.

St. von Kostanecki (Berne). *Contributions à l'étude de la brésiline et de la catéchine.*

L'auteur a montré récemment, en collaboration avec MM. Lampe et Marschalk, que les chlorures des acides aromatiques réagissent en présence du chlorure d'aluminium sur le coumarane et le chromane. Il a admis que, dans cette réaction, l'entrée du radical acide a lieu dans la position *para* par rapport à l'oxygène du noyau oxygéné. Pour appuyer cette interprétation sur un argument d'analogie, il a étudié l'action du chlorure de benzoyle sur le xanthène ; le *benzoylxanthène* ainsi obtenu peut être transformé par l'acide nitrique en une *benzoylxanthone*. Or celle-ci est identique à celle qui prend naissance par condensation de la p-oxybenzophénone avec l'acide salicylique :

$C_6H_5.CO$ [cycle] OH + HOOC, HO [cycle] = $C_6H_5.CO$ [cycle] CO, O [cycle] [cycle] + 2 H_2O

La synthèse de l'éther tétraméthylique de la catéchine

CH_3O, CH_3O [cycle] –CHOH– [cycle] CH_3O [cycle] CH_2, CH_2, O

exigerait l'obtention préalable du 3.5-diméthoxy coumarane (I). Or la préparation de ce corps présente des diffi-

cultés. Il serait plus aisé d'arriver à son homologue, le 3.5-diméthoxy-2-méthylcoumarane (II), vu que Lang a obtenu l'acide 3.5-dioxy-2-méthylcoumarilique en partant de la phloroglucine et de l'éther chloracétylacétique.

OCH_3 ; CH_3O ; CH_2 ; CH_2 ; O

I.

OCH_3 ; CH_3O ; $CH - CH_3$; CH_2 ; O

II.

Mais ici aussi il faudrait se servir de matériaux assez coûteux. C'est pour cette raison que l'auteur a préféré faire au préalable quelques essais dans la série plus accessible de la résorcine. Il a préparé comme suit le *5-méthoxy-2-méthylcoumarane* et son dérivé vératrique :

L'éther 5-oxy-2-méthylcoumarilique (III), déjà décrit par Hantzsch, est d'abord préparé par l'action de l'éther chloracétylacétique sur la résorcine, puis méthylé au moyen du sulfate de méthyle, ce qui le convertit en éther 5-méthoxy-2-méthylcoumarilique (IV).

HO ; $C - CH_3$; $C - COOC_2H_5$; O

III.

CH_3O ; $C\text{-}CH_3$; $C\text{-}COOC_2H_5$; O

IV.

Par saponification de ce dernier éther et élimination du carboxyle, on obtient la 5-méthoxy-2-méthylcoumarone (V), et par réduction subséquente le 5-méthoxy-2-méthylcoumarane (VI) :

CH_3O ; $C - CH_3$; CH ; O

V.

CH_3O ; $CH - CH_3$; CH_2 ; O

VI.

Lorsqu'on fait agir sur ce dernier composé le chlorure de vératryle, il se forme le 4-vératryl-5-méthoxy-2-méthylcoumarane :

CH_3O — CO — $CH - CH_3$
CH_3O CH_3O CH_2
O

dont le produit de réduction

CH_3O — CHOH — $CH - CH_3$
CH_3O CH_3O CH_2
O

est fort voisin, par sa constitution, de l'éther tétraméthylique de la catéchine.

Le composé V a, de plus, une certaine importance au point de vue de la constitution de la brésiline. Il donne en effet, avec l'acide sulfurique concentré, la même réaction colorée que le *triméthoxybrasane*

OCH_3
CH_3O OCH_3
O

obtenu par Kostanecki et Lloyd à partir de la brésiline, ce qui vient confirmer la formule attribuée à ce composé.

M. L. Pelet (Lausanne) explique comment *les acides et les bases agissent en teinture*, et montre au moyen des teintures multiples, avec échantillons à l'appui, comment on peut comprendre les remontages. On distingue ainsi trois cas de remontage :

1° remontages par des colorants acides seuls, employés successivement.

2° remontages par des colorants basiques seuls.

3° remontages en bains de colorants basiques et acides alternatifs.

P. DUTOIT (Lausanne). *Chaleurs de dissociation électrolytique des sels.* — Des recherches entreprises depuis quelques années au laboratoire de chimie physique de l'Université de Lausanne, et qui ont fait le sujet de diverses thèses de doctorat, ont montré que la loi de dilution d'Ostwald représente la dissociation des sels binaires dans un très grand nombre de dissolvants organiques et inorganiques. C'est en particulier le cas dans la pyridine à partir de la dilution v = 4000 *(Ottiker)*, dans les alcools propylique, isobutylique et isoamylique à partir de v = 1000 *(Gagnaux)*, dans les cétones *(Levier, Nicollier)*, dans l'anhydride sulfureux liquide à partir de v = 8000 *(Gyr)*.

Se basant sur ces résultats M. *Duperthuis* a déterminé les constantes de dissociation de quelques sels dans quatre alcools, l'acétone et la pyridine, depuis la température de 0° jusqu'à celle de 80°. Il a calculé la chaleur de dissociation à partir de ces constantes, et calculé que, pour un même sel, cette chaleur est très différente d'un dissolvant à l'autre; elle varie entre 0 et —16000 calories.

Ces résultats contredisent absolument ceux qui ont été publiés recemment par Walden ; ils ne peuvent être interprétés autrement que par l'hypothèse de combinaisons des ions avec les molécules du dissolvant.

M. Albert BRUN (Genève) rappelle ses expériences et ses travaux démontrant que les cratères des volcans en action sont totalement anhydres. Il a pu en donner la preuve directe au Teyde et au Timanfaya.

Se basant là-dessus, il montre l'importance que prennent les réactions anhydres pour expliquer la formation de diverses substances qui se trouvent dans les volcans.

L'auteur étudie l'action du chlorure d'ammonium sur divers carbures métalliques. Il montre que la réaction de Salvadori, convenablement appliquée, donne de l'acétylène accompagné d'un pétrole brun fluorescent. Avec le carbure d'aluminium on obtient du méthane et de l'hydrogène. Avec celui de fer, des traces de carbures fétides et

de méthane, mélangés d'une sorte de paraffine etaccompagnés de beaucoup d'hydrogène.

Sur les sulfures métalliques, le chlorure d'ammonium en milieu anhydre donne déjà à 360° du soufre libre plus ou moins mélangé d'hydrogène sulfuré. Le soufre libre augmente de quantité avec la température. Ces recherches continuent.

A. WERNER (Zürich). *Théorie des colorants tirant sur mordants.* — Les composés métalliques de l'acétylacétone ont une stabilité remarquable. Si l'on cherche à se faire une idée de leur constitution, par exemple de celle du composé platinique, on arrive à la formule suivante, dans laquelle la cétone sature à la fois les valences principales et les valences secondaires du platine :

$$
\begin{array}{ccccc}
CH_3 - C - O & \diagdown & & & O = C - CH_3 \\
\quad \| & & & & \quad | \\
\quad CH & & Pt & & \quad CH \\
\quad | & & & & \quad \| \\
CH_3 - C = O & & & \diagdown & O - C - CH_3
\end{array}
$$

Un second exemple est fourni par le composé cuivrique du glycocolle, que sa couleur bleu foncé doit faire ranger à côté des sels ammoniacaux complexes du même métal :

$$
\begin{array}{ccccc}
CH_2 - NH_2 & \cdots & & — & O — CO \\
| & & Cu & & \quad\quad | \\
CO — O & — & & \cdots & NH_2 - CH_2
\end{array}
$$

Beaucoup d'autres composés semblables ont été observés par Dilthey, Ley, Tschugaeff. On pourrait leur donner le nom de *sels complexes internes.*

On ne saurait méconnaître l'analogie de ces sels avec les composés que forment les colorants avec les métaux des mordants. Cette analogie apparaît si l'on considère, soit le changement de couleur du mordant, soit la grande stabilité des teintures vis-à-vis des réactifs usuels, soit enfin l'insolubilité de ces teintures dans l'eau. On arrive ainsi à cette nouvelle définition des colorants pour mordants :

Les colorants tirant sur mordants sont des corps capables de former des sels en saturant aussi bien les valences accessoires que les valences principales des métaux.

Plusieurs faits confirment cette théorie. L'auteur a reconnu que les β-dicétones sont de bons colorants pour mordants; ainsi la benzoylacétophénone tire sur mordant de fer. Il en est de même des monoximes des α-dicétones (p. ex. l'α-benzile-monoxime), des aminoximes (oxaldiaminoxime), des acides hydroxamiques, de la benzoïne du phénylglyoxal, etc. Les nuances ainsi obtenues ne sont pas très vives, mais cela n'a rien qui puisse surprendre, étant donné qu'il s'agit de substances qui à l'état libre sont incolores.

M. F. Kehrmann (Mulhouse) a étudié avec M[lle] A. Stépanoff l'action de l'acide benzoïque et du chlorure de zinc sur la *benzoyl-p-aminodiphénylamine.* Il a obtenu les quatre composés suivants :

1° 3-Amino-phénylacridine

2° Son dérivé benzoylé

3° 3-Oxyphénylacridine

4° Un dérivé acridinique à poids moléculaire élevé, dont la composition centésimale semble être la même que celle du composé 1.

En traitant la 3-oxyphénylacridine par le sulfate de méthyle, les auteurs l'ont transformée dans les sels du 3-oxy-phényl-N-méthylacridinium (I). La base libre cristallise dans l'eau en aiguilles hydratées rouge-violet, qui deviennent bleues à 100° en se convertissant en une phénolbétaïne de la formule II.

C_6H_5 — C — HO — N — Cl — CH_3

I.

C_6H_5 — C — O — N — CH_3

II.

Les communications suivantes étaient encore inscrites à l'ordre du jour :

O. Billeter (Neuchâtel) : Sur un nouveau principe du dosage de l'acide carbonique de l'air.

Ed. Schär (Strassburg) : Ueber javanisches Gala-Gala- und sumatranisches Ambalac-Harz.

Fr. Fichter (Basel) : Ueber Ringschlüsse und Ringsprengungen.

H. Rupe (Basel) : Ueber Semicarbazidsemicarbazone. Ueber Phtalamidon.

Elles n'ont pu être faites, faute de temps.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 8 janvier 1908.

Frédéric Jaccard. Fossile nouveau, Chætetes Lugeoni. — Charles Bührer. Température moyenne journalière de Montreux. — S. Bieler. Influence d'un changement de régime alimentaire.

M. Frédéric Jaccard présente un fossile nouveau, le *Chætetes Lugeoni*, du Gault de la Plaine-Morte (Wildstrubel).

M. Charles Bührer développe un graphique représentant, jour par jour, la *température moyenne journalière de Montreux*, d'après les 25 dernières années d'observations régulières.

M. le Dr S. Bieler raconte les diverses phases d'expériences entreprises par M. le Dr Houssay, de 1900 à 1906, pour étudier *l'influence d'un changement de régime alimentaire* prolongé pendant plusieurs générations sur des familles de poules.

On sait que la poule est granivore et son appareil digestif est disposé pour utiliser les matières végétales, mais elle prend aussi avec avidité la viande, et M. Houssay s'est demandé quelles seraient les conséquences d'un changement de régime complet.

C'est ce qui fut essayé sur un coq et deux poules et leurs descendants, qui furent nourris de bonne viande pendant six générations, tandis que deux poules et un coq, gardés comme témoins, furent nourris de grains.

Les conclusions des études sont d'abord : augmentation de la croissance des jeune animaux, ampleur du corps et plus grande facilité de la mue. Les production épidermiques s'accentuent et les tarses tendent à se garnir de plumes.

La production d'acide urique est très accentuée dès le début de l'expérience.

La ponte est augmentée quant au nombre des œufs, leur grosseur aussi est augmentée, mais ils ont un goût fort et, peu à peu, à la grosseur se joint la production d'œufs à deux jaunes et à coquille mince, inféconds.

Les poules ont de la tendance à manger leurs œufs.

La graisse des poules est plus ferme que chez les poules ordinaires. Dans les générations suivantes, les poulets qui naissent des quelques œufs restés féconds sont plus délicats que chez les animaux nourris au grain ; la mortalité est plus grande.

Les poules n'ayant pas à bêcher la terre pour y trouver leur nourriture, le bec tend à devenir crochu, et les ongles qui ne grattent pas le terrain deviennent aigus.

Le gésier perd sa musculature et sa muqueuse s'amincit.

Enfin, dans les dernières générations, on constate une dégénérescence, soit par infécondité, soit par délicatesse des tissus. Les coqs sont moins combatifs et moins enclins à cocher les poules.

En somme, l'expérience a montré que, malgré la facilité avec laquelle la poule accepte la viande, elle est granivore et qu'on ne peut pas la soumettre à un régime exclusivement carnivore.

Séance du 22 janvier.

Dr F. Porchet. Statistique analytique des vins suisses de 1906. — F. Jaccard. Brachiopodes trouvés dans les carrières de Saint-Triphon — Dr Narbel. Colonie de rats à Ouchy. — Th. Bieler-Chatelan. Pomme de terre germée.

M. le Dr F. Porchet remet à la bibliothèque de la Société un exemplaire de la *Statistique analytique des vins*

suisses de 1906. Elle porte, pour cette VII[e] année, sur un total de 716 échantillons contre 514 pour les vins de 1905 ; sur ce nombre, les vins vaudois sont représentés par 151 échantillons (117 en 1905)[1]. C'est une nouvelle preuve que l'empressement mis par les correspondants à envoyer des échantillons aux laboratoires chargés de les analyser dépend avant tout de la qualité du vin. Dans les mauvaises années, on laisse volontiers les formulaires sans réponse.

En recherchant le maximum d'alcool constaté dans chaque canton viticole, on trouve des chiffres qui oscillent entre 8,9 % et 14,2 % (Valais), indiquant donc une qualité généralement bonne. Il y a cependant plusieurs régions viticoles qui ont fourni en 1906 des vins présentant comme minimum d'alcool 5,9, 5,2 et même 4,8 %. Pour les vins vaudois, la *moyenne* du % d'alcool calculée pour chaque région est remarquablement régulière et élevée, puisque pour les vignobles du bord du lac et de la plaine du Rhône, elle oscille entre 10,2 et 11,6 %; les vignobles du centre et du nord du canton ont une moyenne de 10 et 10,1 % d'alcool. On a rarement constaté, dans le vignoble vaudois, une semblable homogénéité dans la qualité.

Le maximum d'alcool constaté dans les résultats d'analyse des 151 échantillons de vins vaudois est de 12,9 %, le minimum 8,7 %.

Mais ce qui, au point de vue analytique, rend les vins de 1906 particulièrement intéressants, c'est leur très faible acidité.

Dans l'ensemble des vignobles suisses, elle oscille entre 3,1 et 12,0 grammes par litre, maximum relativement peu élevé, comparé à ceux de 15 et même 16 grammes constatés en 1905 dans des vins de la Suisse allemande au moment du premier soutirage. Dans les vins vaudois de

[1] Pour les vins vaudois, les analyses ont été effectuées au laboratoire de la Station viticole, avec la collaboration de M. F. Régis, assistant, sauf 10 échantillons de la région de Vevey analysés par M. G. Rey, chimiste de cette ville.

1906, l'acidité moyenne par région a oscillé entre 4,7 (Lavaux) et 5,8 (Arnex-Orbe). Le peu de différence que l'on constate sous ce rapport entre les vins des bords du lac et ceux des petits vignobles est aussi remarquable que la faible acidité des uns et des autres.

Les vins de 1906, grâce à leur acidité excessivement faible, constituent un type qui n'avait pas encore été constaté dans les sept années de la statistique des vins suisses. C'est la démonstration de l'utilité qu'il y a de poursuivre pendant quelques années encore cette œuvre, si on veut qu'elle donne tout ce qu'on en attend.

M. F. Jaccard présente quelques *Brachiopodes trouvés dans les carrières de St-Triphon* (carrières près de la gare de St-Triphon). Au-dessus des calcaires compacts employés comme pierre de taille (on distingue de bas en haut, suivant les carriers : le banc du bassin, le banc raide, le banc à deux pieds, le banc à trois pieds), on aperçoit ce que les carriers appellent le « mauvais banc ». calcaire plus ou moins grumeleux, noir, plaqueté et dans lequel on trouve une couche remplie de Brachiopodes.

E. Renevier a signalé déjà la présence de ces Brachiopodes dans les calcaires de St-Triphon ; déterminés par M. Haas, ils reçurent le nom de *Terebratula Renevieri-Haas*.

Les calcaires de St-Triphon étaient alors considérés comme liasiques (Hettangien). A la suite de sa découverte de gyroporelles dans les calcaires qui affleurent près du village de St-Triphon, M. Lugeon plaça les calcaires dans le Trias (Hauptdolomit).

M. Haug a cherché à montrer leur identité avec le Muschelkalk des Alpes françaises. (*Bull. Soc. vaud. sc.*, vol. XXXV, p. 126.)

M. Jaccard, en triant les Brachiopodes récoltés, s'aperçut que l'on pouvait distinguer deux espèces nettement distinctes.

L'une, dont la hauteur ne dépasse pas de beaucoup la largeur, à valve dorsale moins bombée que la valve ven-

trale présente, selon M. Jaccard, tous les caractères de *Cruratula carinthiaca Rothpl. sp.* On peut même distinguer des variétés :

Cruratula carinthiaca Rothpl. sp., var. *Beyrichii Bittn.*

Cruratula carinthiaca Rothpl. sp., var. *pseudofaucensis Philippi.*

La seconde espèce est plus allongée. Sa hauteur dépasse d'un quart à peu près sa largeur. Elle resterait le type de *Terebratula Renevieri-Haas.* En tous cas, elle se distingue absolument des *Cruratula* susmentionnées. Elle a quelque analogie au point de vue de la forme extérieure avec *Terebratula præpunctata Bittner.*

Cruratula carinthiaca est connue dans le Füreder Kalk (couches de Wengen), dans les bancs inférieurs à Megalodus (schistes à la limite des couches de Raibl et de Forer dans les couches de St-Cassian et couches de Raibl de la Lombardie.

Cruratula carinthiaca, var. *Beyrichii* est citée dans le Rötelstein et Sandling (Carnien inférieur). M. Philipp le cite dans les couches qu'il attribue au Ladinien, dans la région de Predazzo.

Les calcaires à Brachiapodes de St-Triphon semblent donc bien appartenir au Trias moyen, à la partie supérieure du Ladinien.

M. Jaccard signale au-dessus du banc à *Cruratula carinthiaca* un banc de calcaire plus compact dans lequel il a trouvé à l'état de traces plus ou moins déterminables des restes d'Ostrea, de Pecten, de Polypiers et des Encrinus. Ce banc atteindrait une trentaine de mètres d'épaisseur. Il serait surmonté, près du village de St-Triphon, par les calcaires à Gyroporelles.

Les calcaires à Gyroporelles de St-Triphon sont identiques à ceux de Muras à Plex, près du Chable-Croix. Ce sont les mêmes que l'on trouve dans la région du Mont-d'Or, du Rubli-Gummfluh, des Spielgerten, dans le massif du Gyswiler-Stock, dans la région des Klippes d'Iberh.

M. Jaccard se range à l'avis des géologues qui, comme Ed. Quereau, E. Hugi, enfin F. Frech (1903, Letheageog-

nostica), considèrent les calcaires à Gyroporelles *(Diplopora aurulata)* comme faisant partie du Wettersteinkalk.

Il rappelle que dans la région Rubli-Gummfluh et du Mont-d'Or, il a constaté les niveaux suivants de haut en bas : 7. Calcaires dolomitiques supérieurs, 6. Calcaires à Gyroporelles, 5. Calcaires noirs, 4. Calcaires vermiculés, 3. Calcaires dolomitiques, 2. Cornieule, 1. Gypse.

Si donc les calcaires à Gyroporelles sont à placer dans la partie moyenne et supérieure du Trias moyen, les Nos 1 à 5 de la coupe précédente qui leurs sont inférieurs, doivent nécessairement représenter le Trias moyen inférieur, ou Muschelkalk inférieur.

Or, M. Ed. Quereau cite à la Zweckenalp (région d'Iberg), parmi les terrains appartenant aux Préalpes, des calcaires gris, jaunis par la patine du temps, en partie bleus-noirs, avec des vermiculations, avec souvent des parties dolomitisées jaunâtres. Il a trouvé dans ces calcaires des fossiles du Muschelkalk inférieur.

Ces calcaires correspondent au N° 4 de notre précédente coupe.

M. Hock signale dans le Muschelkalk du Plessurgebirge, des calcaires en bancs épais, sur la surface desquels se remarquent des bourrelets vermiformes.

Si donc nous pouvons ranger les calcaires vermiculés dans le Muschelkalk, les calcaires dolomitiques, la cornieule et le gypse qui leur sont inférieurs, ne peuvent représenter le Hauptdolomit comme on l'a considéré jusqu'à présent.

D'autre part, les calcaires dolomitiques passent souvent dans les Préalpes insensiblement au Rhétien. M. Jaccard rappelle qu'au-dessus des calcaires à Gyroporelles nous retrouvons au Rocher Plat (région Rubli-Gummfluh) un niveau supérieur de calcaires dolomitiques.

Il semble donc que l'on pourrait distinguer deux niveaux de calcaires dolomitiques, dont l'un, immédiatement supérieure à la cornieule et au gypse, représenterait le Muschelkalk et dont l'autre, supérieur aux calcaires à Gyroporelles, serait à ranger dans le Hauptdolomit.

M. le Dr Narbel parle d'une *Colonie de rats à Ouchy*. Il signale le fait que si la promenade le long du lac, à l'embouchure de la Chamberonne, a perdu beaucoup de son charme depuis que la civilisation et le progrès en ont abattu les aulnes et comblé les marais pour y mettre les ruclons de la ville, elle n'a pas perdu tout intérêt.

En effet, ces ruclons, tas d'immondices variés, sont maintenant habités par des milliers de rats qui présentent plusieurs particularités intéressantes.

Parmi les légions de rongeurs qui y pullulent, on peut constater que les deux espèces ennemies, le *Mus rattus* et le *Mus décumanus* y vivent en bonne harmonie. On voit sortir fraternellement du même tuyau de cheminée ou de la même bonbonne le rat noir et le surmulot.

Le surmulot, signalé pour la première fois à Ouchy vers 1836, a rapidement éliminé à Lausanne le rat noir, qui ne se trouve plus guère que dans les campagnes ou aux alentours de la ville.

Il est intéressant de voir que ces deux espèces, qui se font en général une guerre acharnée, vivent en paix dans les ruclons de la ville, où chaque jour de nombreux chars leur apportent des provisions en abondance.

Les femelles, cependant, craignent probablement de voir leur progéniture dévorée par les mâles, car le Dr Narbel a pris, dans les buissons environnants les ruclons, de nombreuses mères portantes ou allaitant, et jamais de mâles. Elles s'écartent donc du gros de la troupe pour mettre bas.

Les exemplaires que M. Narbel a pu se procurer lui ont paru représenter toutes les variétés décrites de *Mus rattus* (Alb. Magn.), *Mus alexandrinus* (Jeoffroy), etc. Plus le *Mus decumanus*, qui y est de beaucoup le plus fréquent.

M. Borgeaud a souvent essayé d'élever ensemble le rat noir et le surmulot, et ceux-ci, quoique toujours abondamment nourris, se sont toujours livrés à des batailles qui finissaient par la mort du plus faible.

Il voudrait que l'on fit des recherches sur le sang des rats des ruclons de la ville au point de vue de la présence du trypanosome.

M. Th. Bieler-Chatelan présente une *pomme de terre germée* (oubliée longtemps dans une cave), dont les germes portent de petits tubercules aériens pourvus d'yeux et apparamment capables de se reproduire. Ce phénomène n'est ni nouveau ni extraordinaire, mais il présente de l'intérêt au point de vue suivant :

Au dire de M. Foex, professeur à l'Ecole nationale d'agriculture de Mexico, il y aurait à la Sierra-Madre, dans les Andes mexicaines, deux montagnes voisines qui se comportent très différemment sous le rapport de la tubérisation des pommes de terre. Sur l'une, la plante parmentière est incapable de produire des tubercules, tandis que sur l'autre elle en forme facilement.

Comment expliquer ces différences ?

Dans le premier cas, on pourrait admettre l'existence d'une *variété* sans tubercules, créée peut-être par des conditions défavorables du *sol*.

De leur côté, les Indiens de la région, sagaces observateurs, attribuent la formation des tubercules à une *maladie*. C'est aussi plus ou moins l'opinion de quelques botanistes, qui croient qu'elle est due à l'intervention de parasites.

Mais celle-ci demande encore à être prouvée et c'est précisément une question à l'étude maintenant.

On trouverait peut-être plus facilement des preuves pour ou contre en observant la formation des tubercules aériens plutôt que celles des tubercules souterrains. Le mode d'observation des premiers est en effet plus facile à observer et il met hors de cause l'influence possible du sol lui-même.

Séance du 5 février

H. Dufour. Présentation du Mémoire de M. Chappuis sur la détermination du volume du kilogramme d'eau. — Charles Linder. Congrès international de zoologie en 1907 à Boston. — Bugnion et Popoff. Les glandes cirières des Fulgorelles.

M. H. Dufour. M. P. Chappuis, membre honoraire du Bureau international des poids et mesures, adresse à la

Société un exemplaire du grand mémoire qu'il vient de publier sur la *Détermination du volume du kilogramme d'eau.*

M. H. Dufour, en présentant ce travail de notre savant membre honoraire, expose les principes des méthodes et mesures employées et la nécessité dans laquelle on se trouvait de rattacher par une mesure directe de volume faite avec les étalons métriques, la détermination du volume occupé par la masse d'un kilogramme d'eau. La masse du kilogramme est en effet, d'après les décisions prises par la commission du Bureau des poids et mesures, égale à la masse d'un kilogramme de platine existant antérieurement et pris comme unité de masse.

Il résulte de nombreuses mesures faites par M. Chappuis que la masse de ce kilogramme-étalon est équivalente à celle d'un volume d'eau à 4°, prise sous pression de 760 cm., de $1^{dm^3}000026$.

Cette valeur combinée avec celles trouvées par M. Guillaume, qui a employé des cylindres métalliques au lieu de cubes de verre, et avec celles de MM. Macé de Lépinay, Benoît et Buisson, qui ont utilisé des cubes de quartz, donne pour le volume du kilogramme d'eau dans les conditions normales $1^{dm^3}000028$, la probabilité de l'essai ne dépasse pas 1 ou deux unités de la sixième décimale.

Le beau travail que vient de faire M. P. Chappuis s'ajoute à ceux, non moins précis et non moins importants, qu'il a faits précédemment au Bureau international des poids et mesures.

M. Charles Linder entretient l'assemblée du *Congrès international de zooologie en 1907*, à Boston, auquel il représenta la Société vaudoise des sciences naturelles.

Puis MM. Ed. Bugnion et Popoff présentent un travail sur les *Glandes cirières des Fulgorelles*, avec accompagnement de préparations, de dessins et de coupes microscopiques.

Séance du 19 février.

H. Rœssinger. Les grands ravins de la Côte. — Perriraz. Fonctionnement des stomates. — Dr F. Porchet. La presqu'île de Quiberon.

Le secrétaire lit une communication de M. G. Rœssinger, *sur les grands ravins de La Côte.*

Les bassins de réception torrentiels du haut de La Côte augmentent régulièrement d'étendue quand on passe des deux ravins de Mont-Dessus, les plus orientaux, aux deux ravins de Châtel, puis à celui d'Es-Vaux, le plus grand de tous. Ensuite vient le ravin de Vuillebrandaz, encore assez developpé, qui termine au sud-ouest la série des grands bassins.

Ces variations d'étendue sont en rapport direct avec l'altitude de la ligne faite de La Côte, qui borde d'assez près les ravins en amont. En effet, la ligne de partage des eaux monte doucement, avec des alternatives de haut et de bas, depuis la région située en arrière des ravins de Mont-Dessus jusqu'au voisinage du point le plus septentrional du bassin d'Es-Vaux, où elle culmine à l'altitude 897. Après quoi elle redescend assez rapidement derrière le ravin de Vuillebrandaz. Coïncidence remarquable, vis-à-vis du point culminant, de l'autre côté de la vallée morte de Prévondavaux et à l'est de Marchissy, une colline plus haute que les territoires situés même assez loin au nord-est et au sud-ouest, élève son sommet exactement à la même altitude 897 (voyez la feuille « Gimel » de l'atlas Siegfried). Le thalweg du ravin d'Es-Vaux et ces deux cotes identiques sont à peu près en ligne droite.

Ainsi *la ligne transversale suivant laquelle l'érosion a le plus fortement entaillé le haut de La Côte se prolonge en amont par les plus hautes altitudes de la région.* Les effets de l'érosion diminuent de part et d'autre de cette ligne en même temps que l'altitude du faîte de La Côte.

Ces faits semblent réguliers et cependant, envisagés à un autre point de vue, ils paraissent très naturels. En

comblant par la pensée les grands ravins, on arrive à se représenter la surface du terrain telle qu'elle a dû être dans le haut de La Côte avant le creusement des bassins. Et l'on se rend compte alors que le ravin d'Es-Vaux s'est ouvert suivant la ligne de plus grande pente, passant par le point le plus élevé de la surface reconstituée. Il a donc pris naissance sur la ligne où l'érosion était maximale à cause de la plus grande masse et de la plus grande hauteur de chute des eaux de ruissellement.

M. Perriraz parle du *Fonctionnement des stomates.*

Les stomates sont des appareils qui règlent les échanges gazeux dans les végétaux supérieurs. Les différences de forme et de structure sont très grandes, suivant les plantes qui donnent les préparations ; mais ils possèdent tous deux cellules de bordure et beaucoup sont pourvues d'un certain nombre de cellules annexes. On remarque sur la cellule épidermique dans beaucoup de plantes des stries parallèles ou perpendiculaires à l'ouverture stomatique. Les zones d'épaississement grossissent avec la turgescence des cellules de bordure. Quand le stomate ne fonctionne pas, on ne les distingue pas. Les cellules épidermiques sont très différentes de formes, suivant les plantes examinées et ce fait doit être en corrélation avec le fonctionnement de l'organe. On peut classer ces formations sous les rubriques :

I. Cellules linéaires avec striations très proéminentes.

II. Cellules ondulées avec tries ou parallèles ou perpendiculaires aux parois des cellules de bordure.

III. Cellules avec nodosités et stries.

IV. Cellules avec parois pourvues de nodosités en forme d'anses.

V. Cellules avec épaississements épidermiques.

Dans ces deux dernières catégories les stries sont en général très fixes et très nombreuses et disposées d'une façon quelconque.

La forme et la grandeur du s tomate et des cellules épidermiques varient avec l'endroit de la plante sur lequel la préparation a été prise.

D'autre part, il est possible de considérer ces différentes formations comme des avertisseurs destinés à provoquer la turgescence qui fera fonctionner l'ouverture stomatique.

M. le D[r] F. PORCHET donne quelques renseignements sur la *presqu'île de Quiberon*. Au moyen d'une série de projections, il explique la formation des falaises granulitiques de la côte occidentale — côte sauvage — ainsi que l'origine des grottes et des roches percées qu'on y rencontre. En opposition, il décrit la côte orientale — baie de Quiberon — sablonneuse et sans escarpement, baignée par une mer toujours calme. Après avoir présenté les types caractéristiques de la faune et de la flore des divers habitats de cette côte si variée, M. Porchet donne quelques renseignements sur l'intérieur de la presqu'île, sur les monuments néolithiques (menhirs, dolmens) qu'on y rencontre et termine son exposé en décrivant sommairement les industries marines que l'on peut étudier à Quiberon ou à proximité de cette presqu'île : la pêche (préparation de conserves de sardine), l'industrie ostréïcole, l'extraction de l'iode des varechs et enfin les marais salants de Carnac.

Séance du 4 mars

Moreillon. Planches figurant 5 espèces de poissons du pays. — F.-A. Forel. Même sujet. — Le même. Etude sur les Mouettes rieuses. — Le même. Un couteau de chasse du type ancien. — Le même. Pavé naturel. — P.-L. Mercanton. Avalanches poudreuses ou « areins ». — Le même Variations à longues périodes des glaciers. — Maurice Lugeon. Lä zone des cols et la géologie du Chamossaire.

M. MOREILLON, inspecteur forestier, présente 5 planches, peintes à l'aquarelle, figurant *6 espèces de poissons du pays* : féra, anguille, spirlin, loche et goujon, achetées vers 1830 et données à son grand-père, le colonel Quinclet. Malheureusement, ces planches ne sont ni signées, ni datées ;

comme elles ont une réelle valeur artistique, leur possesseur serait heureux de savoir s'il existe quelque part une collection de peintures semblables, qui lui permettrait peut-être de retrouver le nom de l'auteur et l'époque à laquelle ces planches ont été faites.

M. F.-A. FOREL a étudié les planches de M. Moreillon et y a reconnu l'œuvre de Mlle Etiennette-Christine-Pernette Jurine, née en 1776, morte en 1812, la fille aînée et la collaboratrice du professeur Dr Louis Jurine, de l'Académie de Genève. Jurine a publié entre autres plusieurs mémoires sur les *Hyménoptères*, 1807 à 1817 ; l'*Histoire des Monocles*, 1820 ; l'*Histoire abrégée du lac Léman*, 1825, dont toutes les illustrations sont dues au crayon et au pinceau de Mlle Jurine. Les planches du dernier ouvrage cité, gravées par M. P. Escuyer, sont faites d'après d'autres dessins que les aquarelles de M. Moreillon. L'écriture de ces aquarelles est de Louis Jurine.

M. FOREL continue ses *Etudes sur les Mouettes rieuses.* Il cite la capture, faite à Lyon le 27 janvier 1908, d'une Mouette ayant à la patte une bague marquée le 4 juillet 1907, à la station ornithologique de Rossitten en Courlande ; elle est analogue à celle qui a été tuée à Ouchy le 25 octobre 1906, marquée à Rossitten le 4 juillet 1905. Aussi bien les Mouettes de Lyon, comme celles du Léman, proviennent de migrations du nord. Pour celle de Lyon, le fait est intéressant : il prouve que quelques-unes au moins des Mouettes du Rhône et de la Saône viennent de plus loin que les marais des Dombes, où l'on connaît des nichées de ces oiseaux. M. Forel surveille depuis plusieurs années une Mouette à albinisme partiel (couvertures alaires blanches) qu'il a vue revenir à Morges le 29 juillet 1904, le 10 août 1906, le 10 août 1907 ; il a pu la suivre pendant tous les mois de l'hiver actuel, ce qui prouve ainsi que ces oiseaux savent séjourner longtemps dans la localité qu'ils ont choisie.

M. Forel montre un *couteau de chasse* du type ancien datant de deux ou trois siècles, trouvé en décembre 1907, à 100 mètres du rivage, à 5 mètres de fond, dans les filets tendus dans le lac par M. F. Schneiter, maître-pêcheur à Bursinel. Il le rapproche d'une épée du XVIe siècle, recueillie dans des conditions analogues par M. Yersin, maître-pêcheur à Saint-Prex, par 60 mètres de fond, en août 1901. Ces trouvailles prouvent combien l'alluvionnement du lac est peu actif, puisqu'il n'a pas pu enterrer et recouvrir entièrement des armes qui reposaient à la surface du sol depuis si longtemps. On peut mettre ces faits à côté de ceux des débris antiques des palaffites qui, dans nombre de stations, n'ont pas été enfouis sous le sable. Dans la région littorale de notre lac, le dépôt de l'alluvion est donc peu considérable, pour certaines localités du moins.

M. Forel décrit un *pavé naturel* décrit en novembre 1907 dans la gravière de Boiron, près Morges ; il est à la limite inférieure des couches horizontales qui recouvrent les couches inclinées de la terrasse littérale immergée, déposée lorsque le Léman avait son niveau de 8 mètres supérieur au niveau actuel. Ce pavé, qui ressemble à s'y méprendre à un pavé artificiel, formé de galets juxtaposés de la grosseur d'une tête d'enfant, est très semblable à celui de la grève immergée du littoral, que nous connaissons le plus d'une localité près de Morges.

M. P.-L. Mercanton, à propos de la récente catastrophe de Gœppenstein, expose quelques idées personnelles sur mode et l'intensité de l'action destructive des *avalanches poudreuses ou « areins »*. Cette action est exercée principalement par le coup de vent, « l'oure », comme disent les montagnards, de l'arein. D'après les effets produits, on peut considérer ce coup de vent comme étant la plupart du temps tourbillonnaire ; un tore d'air plus ou moins chargé de neige peut se former au-devant de l'arein, à la façon des tores de fumée qui s'échappent des canons à

grêle, et progressent alors devant l'avalanche jusqu'au moment où quelque obstacle, en modifiant la répartition des vitesses de l'air tourbillonnant, en déchaîne à son grand dam, la puissance. Comme illustration de sa manière de voir, M. Mercanton fait circuler un croquis, figurant d'après nature la zone de dévastation d'un arein descendu en 1904 des pentes du Mounta-Cavouère et dont l'oure, franchissant la Lizerne, est venu faucher, suivant une zone annulaire très nettement dessinée au flanc de la montagne, la forêt de la rive opposée.

M. Mercanton fait ensuite un exposé d'ensemble des développements mathématiques par lesquels MM. de Marchi, Reid et Finsterwalder ont essayé de représenter la marche des *variations à longues périodes des glaciers*, dans les cas les plus divers.

De tous ces essais théoriques, le plus complet et le plus fécond en promesses est le dernier en date, celui de M. Finsterwalder. Il s'en faut cependant que la synthèse des allures du glacier en période de régime variable soit parfaite et, jusqu'à présent, ces études font surtout ressortir l'impérieuse nécessité d'observations suivies et approfondies des phénomènes glaciaires au-dessus de la ligne des neiges pérennelles.

M. Maurice Lugeon présente, par les soins de M. F. Jaccard, à propos de la note de MM. Sarasin et Collet sur *La zone des cols et la géologie du Chamossaire*, la communication ci-après :

Après avoir combattu par plusieurs travaux la théorie des nappes de recouvrement appliquée aux Préalpes romandes, en se basant sur des faits observés par eux, MM. Sarasin et Collet, dans une note récente, abandonnent leur hypothèse et acceptent l'idée des charriages venant de l'intérieur de la chaîne. Mais non satisfaits de la théorie que j'ai donnée antérieurement sur l'ordre de succession et sur la géométrie des nappes préalpines, mes

deux confrères présentent une explication nouvelle que je regrette très sincèrement de ne pas pouvoir accepter.

Ils supposent que la zone du Niesen, étant probablement la couverture tertiaire de la nappe du Wildhorn, a culbuté dans sa marche vers le nord la zone interne, de telle sorte que celle-ci ne serait nullement liée directement à sa racine, racine que je place au sud de la chaîne du Wildhorn, dans les environs de Sierre et Sion. On sait que cette découverte de la racine de la zone interne a fait rallier à la théorie des nappes la plupart de ses adversaires.

L'assimilation de ce « Flysch du Niesen » à la couverture de la nappe du Wildhorn ne peut se soutenir stratigraphiquement et tectoniquement. Le tertiaire de cette nappe se termine par des schistes à Globigérines, supérieurs au niveau à Nummulites intermedia-Fichteli. Or, des terrains secondaires existent dans ce Flysch du Niesen. Nous avons, M. Jaccard et moi, indépendamment l'un de l'autre, récolté des bélemnites dans les arêtes de la chaîne du Chaussy, et Rœssinger a signalé des Inoceramus dans les conglomérats d'Aigremont. En plus, M. Schardt a trouvé à l'Arbenhorn (au sud des Spilgærten) un exemplaire très complet d'Inoceramus. On ne saurait admettre qu'un terrain à bélemnites et à Inoceramus soit plus jeune que le Nummulitique tout à fait supérieur. C'est cependant à cette conclusion certainement involontaire qu'arrivent nos deux confrères. Aussi leur hypothèse ne saurait se soutenir. Les Nummulites trouvées dans le Flysch du Niesen me paraissent du reste, pour quelques-unes d'entre elles, appartenir à des formes bartoniennes, soit d'un niveau plus bas que celui qui termine la série tertiaire de la nappe du Wildhorn.

On ne saurait également faire venir le Flysch du Niesen de la nappe la plus supérieure, soit celle du Wildstrubel, parce que le Nummulitique y existe directement en repos normal sur le crétacique vaseux.

Faire provenir la zone du Niesen de la nappe du Wild-

horn serait abandonner la notion de l'emboîtement des charnières, qui fut la plus fertile pour la compréhension de la mécanique des nappes de recouvrement. Car la zone du Flysch du Niesen repose par l'intermédiaire de la zone des cols sur cette nappe du Wildhorn. Celle-ci, en effet, pénètre profondément sous les Préalpes, en tous cas jusqu'à la Lenk. En transgressant cette notion, MM. Sarasin et Collet ont assimilé entre elles des unités tectoniques absolument indépendantes, ainsi que le démontrent les fossiles.

La nappe du Wildhorn et celle du Wildstrubel ne pouvant avoir donné naissance à la zone du Niesen, celle-ci doit être réintégrée, quant à son origine, dans les régions plus internes de la chaîne, ainsi que je l'avais indiqué.

MM. Sarasin et Collet donnent également une explication nouvelle de la tectonique de la zone interne, basée sur la découverte par eux d'un anticlinal déjeté vers le sud, au Metschhorn, près de la Lenk. Il s'agit pour moi d'un repli de pli monoclinal en cascade, fait du reste bien connu et que montre par exemple M. Haug dans son traité de géologie (fig. 78).

Les terrains qui constituent la zone interne sont, du moins pour les écailles inférieures, les mêmes que ceux qui forment la nappe du Wildstrubel, que j'estime être la racine de ces parties les plus basses de ces écailles de cette zone interne. Or, les restes de ces écailles inférieures existent dans tous les synclinaux de la nappe du Wildhorn, sans exception, aussi bien sur les hautes Alpes calcaires que dans la zone interne, ainsi que l'a si bien montré M. Rœssinger.

C'est ainsi que, à la Plaine Morte, le Néocomien à Céphalopodes existe. J'estime que la lame écrasée de crétacique signalée par MM. Sarasin et Collet à Cretex et à la Chaux d'en Haut, et qui se prolonge entre la Layaz et Préserman, dans les flancs du Creux de Champ, qui se retrouve sporadique dans les environs de Lauenen, représente la sortie, au nord des nappes Diablerets-Wildhorn, de la fameuse écaille à Néocomien à Céphalopodes des Alpes vau-

doises. Par cette sortie se faisait la jonction de cette écaille avec la nappe du Wildstrubel, qui forme sa racine.

Les recherches de MM. Sarasin et Collet nous permettent d'élucider ainsi une question restée jusqu'ici sans réponse, à savoir comment l'écaille de Néocomien à Céphalopodes rejoignait sa racine. On ne saurait donc enraciner cette écaille du côté méridional, comme M. Haug l'a supposé il y a quelque temps. Ainsi les recherches nouvelles, au lieu d'infirmer ma manière de voir, ne font que la confirmer.

Si donc les recherches de mes deux confrères apportent d'intéressants faits nouveaux et jettent un peu de clarté dans la stratigraphie du Chamossaire, qui n'avait pas été étudiée à nouveau depuis Renevier, j'estime que leurs déductions théoriques ne sont pas toutes absolument conformes à la construction de la chaîne. Je maintiens, en conséquence, jusqu'à ce jour ma manière de voir sans rien y changer.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

Karl Wernicke. Die Isoliermittel der Elektrotechnik. *Elektrotechnik in Einzeldarstellungen*, Heft 10, Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn, 1908.

Nous avons eu déjà à maintes reprises l'occasion de signaler la nouvelle série de monographies que la maison Vieweg et fils, de Brunswick, édite sous la direction de M. Benischke et sous le titre *Elektrotechnik in Einzeldarstellung*.

Le dixième volume de cette collection est consacré aux substances isolantes et aux procédés d'isolement pour courants de haute tension.

Avec le développement si rapide de l'électrotechnique et l'emploi de plus en plus répandu des courants à haute tension pour le transport de la force destinée à actionner les moteurs électriques des modèles les plus divers, la connaissance des substances isolantes naturelles et artificielles s'impose toujours davantage.

A côté des isolants naturels ou connus bien avant leur application dans le domaine de l'électricité, tels que le bois, le marbre, les résines et les cires, ou la porcelaine, le verre, la paraffine, le caoutchouc, l'ardoise, etc., l'industrie fabrique un grand nombre de substances nouvelles répondant aux exigences les plus variées de la technique moderne.

Ces exigences sont la résistance opposée au passage de la décharge, un minimum d'hygroscopicité, la résistance à la chaleur ou au feu, une longue durée, la solidité, la constante diélectrique, etc.

L'ouvrage que nous signalons passe en revue ces différentes propriétés que doivent présenter de bonnes matières isolantes, et les moyens de les contrôler. Il décrit ensuite les innombrables produits artificiels livrés par l'industrie moderne, avec leurs avantages et leurs modes d'emploi et les applications qu'on peut en faire pour les différents systèmes d'isolateurs.

Outre les renseignements fournis aux ingénieurs électriciens, ce livre en contient de très utiles aussi pour le physicien et le constructeur d'instruments de mesures électriques. Nous le recommandons à leur sérieuse attention.

A. Pflaum. Lehrbuch der Physik von O.-D. Chwolson, traduit du russe en allemand. T. IV. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn, 1908.

Nous avons déjà rendu compte des premiers volumes de cette belle publication. La première partie du tome IV, que nous venons de recevoir, est à la hauteur de ses devanciers. Il se compose de 916 pages avec 336 figures dans le texte. L'apparition du tome IV de l'ouvrage original en russe a été retardée par les soins que M. Chwolson a dû donner auparavant à une deuxième édition des trois volumes antérieurs, qu'il fut entraîné à augmenter et à remanier considérablement pour les mettre au niveau des dernières découvertes de la science. Ce retard lui a permis de réaliser cette dernière mise au point pour la suite que nous annonçons ici. Il y traite : 1° du champ électrique constant, de ses propriétés, de ses sources, de son action (action du milieu remplaçant l'action à distance) sur les corps qui s'y trouvent ; puis 2° du champ magnétique constant, de ses sources (aimant ou courant électrique), des phénomènes connexes, thermiques, mécaniques, chimiques (électrolyse), thermo-électriques, enfin de l'excitation de l'état magnétique dans les corps. La dernière partie de l'ouvrage, qui paraîtra nous l'espérons sans trop tarder, concernera le passage de l'électricité à

travers les gaz, les nouveaux rayons, la radioactivité, en un mot un tableau d'ensemble de cette nouvelle branche de la physique. Ce remarquable ouvrage constitue un répertoire de la plus haute valeur.

P. Gruner. Ueber die Verwertung von Theorien und Hypothesen im physikalischen Unterricht. Leipzig. Teubner, 1908.

Dans l'enseignement élémentaire d'une science, faut-il insister sur les difficultés d'ordre philosophique que présente l'établissement des bases de la science ? Tout physicien sait que l'énoncé du plus simple fait expérimental est imbu de notions théoriques et hypothétiques. Mais faut-il attirer l'attention des élèves dès le début sur ces questions délicates et parfois troublantes ? M. Gruner le pense et il expose les idées qu'il voudrait savoir transmises à l'élève dans tout enseignement de physique.

La science expérimentale ignore le fond des phénomènes naturels, mais elle se propose la représentation de la réalité par une image aussi parfaite que possible, rentrant dans les cadres de l'espace, du temps et de la causalité, moules immuables de notre intelligence. Le but de la physique sera donc une *description* des phénomènes dans le sens de Kirchhoff. Partant des notions fondamentales de la substance (matière, éther) et de la force (image anthropomorphe d'une cause inconnue), la physique ne pourra jamais renoncer complètement à la tendance de ramener les phénomènes naturels aux lois de la mécanique.

La méthode de la physique est l'empirisme : observation et expérience. La théorie doit guider les recherches expérimentales et en classer les résultats. On peut distinguer la théorie *pure*, logiquement correcte et par conséquent infaillible, de la théorie *générale*, qui est l'enchaînement logique d'un ensemble de données empiriques.

L'énoncé d'une loi de physique est forcément hypothétique. L'application de la loi conduit à des abstractions

qui sont des images plus ou moins dissemblables des phénomènes naturels, et c'est seulement à ces objets abstraits que s'applique la théorie pure, valable en tant que ses conséquences s'accordent avec les résultats expérimentaux.

En montrant ainsi aux élèves les bases théoriques et hypothétiques de toute connaissance, on formera leur jugement et leur sens critique, utiles pour tous, indispensables pour ceux qui se destinent aux recherches scientifiques. A. SCH.

CHIMIE.

R. NIETZKI et V. BECKER. CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DES MATIÈRES COLORANTES OXAZINIQUES (*Berichte d. Deutsch. chem. Ges.* : t. 40, p. 3397 ; Bâle, Laboratoire de l'Université).

Les auteurs de ce mémoire ont étudié la matière colorante qui se forme au moyen du *diamino-naphtol*

NH^2 — OH — NH^2

en chauffant la solution alcoolique de son chlorhydrate en présence d'acétate de soude et d'air. Ce colorant bleu, qui est peu soluble, prend naissance en vertu de l'équation suivante :

NH^2, OH, NH^2 + OH, NH^2, NH^2 + O →

H^2N, N, O, NH + $2H^2O$ + NH^3

Il constitue un *diaminonaphtoxazone* et représente le Bleu Nil le plus simple de la série du naphtalène.
Il teint le coton mordancé au tanin, mais son peu de solubilité en rend l'emploi difficile. En substituant au diaminonaphtol ci-dessus l'*acide diaminonaphtolsulfonique* NH^2. OH. NH^2. HSO^3 1. 2. 4. 6 on obtient la *diaminonaphtoxazone-disulfonique*, matière colorante également peu soluble dans l'eau et qui se fixe sur laine en bain acide avec une nuance bleue.

S[t] VON KOSTANECKI. NOUVELLES SYNTHÈSES DANS LE GROUPE DE LA FLAVONE (*Berichte d. Deutsch. chem. Ges.*, t. 40 (1907), p. 3669 ; Berne, Laboratoire de l'Université).

Dans ce mémoire, l'auteur décrit la préparation et les propriétés d'un certain nombre de matières colorantes de la flavone, renfermant le résidu du cuminol et qui ont été étudiées avec l'aide de MM. Kolker, Tobler, Rabinowitsch et Stenzel. Il s'agit en particulier, dans ce travail, de la *2-oxy-4'-isopropylflavone*, du *3-oxy-4'-isopropylflavonol*, du *3-4-dioxy-4'-isopropylflavonol*, du *4'-isopropyl-α-naphtoflavonol*, des produits qui ont servi à les obtenir et de leurs dérivés.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE MARS 1908

Le 1er, neige dans la nuit, à 7 h. et à 10 h. du matin ; hauteur 12 cm.
3, neige dans la nuit et à 10 h. du matin.
4, neige à 8 h. et à 9 h. du matin.
7, pluie dans la nuit, à 7 h. et à 9 h. du matin.
9, pluie depuis 8 h. du soir ; fort vent dans la journée.
10, grésil à 11 h. du matin, neige à 1 h. et pluie dans l'après-midi.
11, neige le matin, à 4 h. du soir et pluie ensuite.
12, neige à 8 h. du matin.
13, gelée blanche le matin ; neige à 4 h. du soir.
14, gelée blanche le matin.
16, gelée blanche le matin.
17, bise l'après-midi.
18, quelques gouttes de pluie à 7 h. du soir.
21, pluie dans la nuit, à 7 h. et à 10 h. du matin.
22, pluie dans la nuit.
23, légère pluie dans la nuit.
25, légère gelée blanche le matin ; pluie à 4 h. du soir.
26, pluie dans la nuit et à 7 h. du matin.
27, pluie dans la nuit.
28, pluie dans la nuit.
31, pluie depuis 9 h. du matin et pendant tout le reste de la journée.

Hauteur totale de la neige : 12 cm tombés en 1 jour.

GENÈVE — MARS 1908

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	14.7	15.5	15.8	**14.99**	**−10.84**	**13.4**	16.1	SSW. 1	SSW. 1	W. 1	SSW. 1	9.0	10	4	0	5	4.4	7.4	5
2	17.2	18.1	19.4	17.81	− 7.95	16.4	19.6	S. 1	NW. 1	WNW 1	var.	3.1	5	8	2	5	3.2	0.1	....
3	20.4	21.7	24.4	21.78	− 3.92	20.9	25.1	NW. 1	WSW 1	WSW 1	calme	0.9	7	7	8	6	2.6	....	....
4	26.1	27.5	28.1	26.92	+ 1.28	25.6	28.5	WNW 1	SW. 1	SSW. 1	calme	0.8	8	10	9	9	0.9	....	....
5	29.1	30.4	30.9	29.83	+ 4.25	28.6	30.9	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	9.8	10	8	0	6	4.5	....	....
6	28.4	24.5	21.6	25.37	− 0.16	20.8	30.2	W. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	7.9	1	1	10	5	6.9	4.5	3
7	26.6	28.4	29.1	27.27	+ 1.80	22.0	29.3	SSW 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	10.9	10	8	7	9	0.6	....	....
8	27.9	29.3	31.3	29.22	+ 3.81	27.5	31.3	W. 1	SSW. 1	W. 0	SSW. 1	3.0	9	10	9	9	...	....	....
9	26.9	23.9	23.0	25.37	+ 0.01	21.8	30.0	WSW. 1	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	11.3	9	8	10	8	5.1	7.2	5
10	22.2	21.9	21.6	22.09	− 3.21	21.3	23.1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW 1	**13.3**	6	10	10	9	0.8	2.3	3
11	21.5	22.8	23.5	22.47	− 2.78	21.5	23.9	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	9.4	9	7	10	9	1.4	3.4	5
12	25.3	25.0	25.6	25.08	− 0.12	24.3	25.7	E. 0	SW. 1	NNE. 1	var.	4.1	10	8	9	8	2.9	....	....
13	25.5	26.1	28.0	26.26	+ 1.11	25.1	28.9	N. 1	N. 1	NNE. 1	NNE. 1	3.3	4	9	9	6	4.3	....	....
14	28.9	28.0	27.6	27.93	+ 2.83	27.0	29.0	ESE. 1	N. 1	NNE. 1	NNE. 1	6.7	4	4	0	2	7.5	....	....
15	27.4	27.5	27.4	27.31	+ 2.26	26.7	27.6	NE. 1	N. 1	N. 1	N. 1	4.6	9	2	0	3	6.2	....	....
16	26.6	25.3	25.0	25.87	+ 0.86	24.5	27.7	NE. 1	N. 1	N. 1	N. 1	4.4	1	9	10	8	0.4	....	....
17	23.1	21.7	21.0	22.23	− 2.73	20.4	24.6	NNE. 1	N. 2	NNE. 2	NNE. 1	12.6	10	8	9	8	2.4	....	....
18	19.2	18.5	18.8	19.08	− 5.84	18.2	20.7	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	8.1	10	9	10	10	0.5	....	....
19	18.6	18.2	18.5	18.35	− 6.53	17.8	18.6	NNE. 0	N. 1	N. 1	N. 1	5.6	8	5	10	6	5.3	....	....
20	19.5	20.0	21.7	20.40	− 4.44	18.9	22.6	NNW. 0	N. 1	NE. 1	N. 1	4.0	10	6	10	7	5.0	1.8	4
21	24.7	25.3	26.0	24.79	− 0.02	22.5	26.1	WNW 1	N. 1	N. 1	N. 1	3.3	10	10	10	10	...	0.9	3
22	25.3	22.7	20.2	23.11	− 1.66	20.1	25.9	WNW 1	N. 1	N. 1	N. 1	4.0	6	4	2	5	5.8	....	....
23	21.9	23.4	26.0	23.18	− 1.56	20.5	26.5	SE. 1	N. 1	N. 1	N. 1	4.1	8	8	1	7	0.3	....	....
24	27.4	27.0	27.7	27.13	+ 2.42	26.6	27.8	N. 0	N. 1	ENE. 0	N. 1	6.3	1	2	0	1	8.4	....	....
25	27.7	26.7	27.3	27.22	+ 2.54	26.4	27.8	NNW. 1	N. 1	N. 1	N. 1	2.7	1	8	6	6	3.0	0.7	4
26	27.5	27.9	29.5	28.10	+ 3.45	27.2	29.9	W. 0	WSW 1	N. 1	N. 1	4.8	10	10	10	9	0.1	0.2	2
27	31.2	30.5	31.0	30.71	+ 6.08	29.9	31.6	NW. 0	N. 1	N. 1	N. 1	2.9	8	6	0	5	3.1	0.7	3
28	32.0	31.8	32.2	**31.92**	+ **7.32**	31.2	32.8	NE. 0	WSW 1	N. 1	var.	3.8	9	5	0	5	5.5	....	....
29	32.9	31.7	30.6	31.84	+ 7.26	30.2	**33.0**	N. 1	N. 1	N. 1	N. 1	3.1	2	2	0	2	**8.7**	....	....
30	30.8	30.3	30.4	30.37	+ 5.81	29.5	30.9	NE. 0	SSW. 1	WSW 1	SSW. 1	5.8	8	6	10	9	1.5	....	....
31	30.0	29.0	28.1	29.18	+ 4.63	28.0	30.2	SSW. 1	SSW. 2	SSW 1	SSW. 1	12.5	10	10	10	10	...	**14.5**	**22**
Mois	25.34	25.16	25.53	25.26	+ 0.23							6.00	7.2	6.8	6.2	6.7	101.3	43.7	59

Jour du mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Écart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Écart avec la normale	Limnimètre
	o	o	o	o	o	o	o								o	o	mm.
1	− 0.8	+ 4.6	+ 0.1	+ 1.31	− 1.67	− 1.2	+ 5.8	100	56	97	82	+ 3	52	100	....	.....	1215
2	− 4.6	1.7	− 1.2	**− 0.78**	− 3.87	**− 4.8**	3.0	81	71	92	78	− 1	58	93	4.7	− 0.8	1220
3	− 3.0	4.1	+ 1.2	+ 0.84	− 2.36	− 3.2	5.8	92	56	84	77	− 1	55	93	4.5	− 1.0	1217
4	− 0.1	5.8	5.6	3.31	− 0.01	− 0.8	6.8	81	47	57	61	−17	42	86	4.6	− 0.9	1180
5	+ 5.9	10.0	4.3	6.88	+ 3.45	+ 3.9	11.4	33	29	62	**42**	**−36**	28	75	4.8	− 0.8	1155
6	2.0	12.4	9.0	7.68	+ 4.13	1.8	13.2	64	36	42	48	−30	25	72	4.9	− 0.7	1075
7	3.7	6.9	4.0	4.90	+ 1.21	2.6	9.5	82	62	81	68	− 9	34	89	4.8	− 0.9	1045
8	2.0	8.6	7.4	5.45	+ 1.67	1.4	9.4	74	44	76	69	− 8	43	87	....	.....	1115
9	4.7	14.5	6.2	8.76	**+ 4.86**	3.8	**15.0**	80	45	86	68	− 9	43	87	5.2	− 0.6	1067
10	3.7	4.7	3.8	4.77	+ 0.75	2.6	6.5	74	77	77	70	− 7	50	90	4.9	− 0.9	1052
11	2.3	3.7	3.0	3.16	− 0.98	1.3	6.5	80	82	82	82	+ 6	54	95	4.8	− 1.1	1045
12	+ 1.3	5.7	2.5	3.16	− 1.10	+ 0.6	7.6	88	50	82	75	− 1	41	96	5.0	− 0.9	1045
13	− 2.3	4.2	+ 1.7	1.27	− 3.11	− 2.7	5.4	87	50	78	74	− 2	40	95	5.0	− 1.0	1015
14	− 1.3	4.0	− 0.1	1.16	− 3.35	− 1.5	6.0	92	47	67	68	− 8	36	93	4.9	− 1.1	1007
15	− 2.4	2.6	+ 0.9	0.11	**− 4.52**	− 3.5	4.1	86	64	73	74	− 1	43	89	....	.....	935
16	− 4.1	2.4	2.7	0.53	− 4.22	− 4.5	4.0	85	61	70	73	− 2	55	93	4.9	− 1.3	950
17	+ 1.2	3.6	2.4	2.54	− 2.34	+ 0.6	5.4	79	63	61	68	− 7	53	85	4.8	− 1.4	935
18	1.7	4.3	3.4	3.14	− 1.86	1.3	5.6	74	54	66	64	−11	49	75	5.0	− 1.3	907
19	0.3	4.7	4.3	3.45	− 1.68	0.2	7.1	81	59	83	69	− 5	48	86	5.2	− 1.1	896
20	2.1	8.2	6.8	5.19	− 0.07	1.3	9.5	81	47	61	67	− 7	45	81	5.5	− 0.9	872
21	4.5	5.9	5.3	5.24	− 0.14	3.8	7.0	93	82	91	**86**	**+12**	76	95	5.5	− 1.0	865
22	3.7	8.5	7.2	6.29	+ 0.78	3.0	11.5	93	59	74	78	+ 4	51	93	....	.....	855
23	4.8	9.5	6.8	6.99	+ 1.35	4.0	10.5	81	49	74	64	−10	35	88	5.9	− 0.7	840
24	2.2	9.9	7.3	6.51	+ 0.74	1.5	13.4	89	63	67	72	− 1	29	94	6.0	− 0.7	832
25	1.4	10.3	6.6	6.19	+ 0.29	1.0	12.0	88	51	75	75	+ 2	44	92	6.5	− 0.2	827
26	4.2	9.2	5.8	5.87	− 0.16	3.8	9.5	93	75	85	85	**+12**	54	95	6.5	− 0.3	830
27	4.1	8.4	5.6	6.30	+ 0.13	3.5	12.5	90	60	78	75	+ 2	37	93	6.5	− 0.4	815
28	5.0	11.4	6.4	7.32	+ 1.02	3.6	14.0	81	50	77	72	+ 1	**24**	89	6.6	− 0.4	820
29	4.5	10.2	7.7	7.88	+ 1.45	3.8	13.4	80	50	61	64	− 8	25	85	....	.....	835
30	6.7	14.0	10.5	**9.59**	+ 3.03	4.2	14.8	76	41	65	64	− 8	39	82	7.0	− 0.1	803
31	+ 9.4	+ 9.5	+ 7.3	+ 8.90	+ 2.20	+ 6.6	+11.0	70	67	74	72	0	63	89	7.2	0.0	782
Mois	+ 2.03	+ 7.21	+ 4.66	+ 4.64	+ 0.04	+ 1.23	+ 8.94	82	56	74	70	− 5			5.43	− 0.69	971

MOYENNES DE GENÈVE. — MARS 1908

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + $0^{mm}.02$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700^{mm} +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	23.90	23.81	23.95	24.59	24.10	23.55	24.01	24.62	24.06
2e »	23.86	23.51	23.55	23.73	23.30	22.85	23.36	23.82	23.50
3e »	27.89	27.95	28.28	28.59	27.83	27.27	27.76	28.13	27.96
Mois	25.30	25.18	25.34	25.73	25.16	24.64	25.13	25.61	25.26

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 2.61	+ 1.67	+ 1.35	+ 5.05	+ 7.33	+ 7.32	+ 5.36	+ 3.81	+ 4.31
2e »	1.21	0.15	— 0.12	2.43	4.34	4.92	3.58	2.46	2 37
3e »	5.14	4.67	+ 4.60	7.57	9.70	10.28	7.78	6.31	7.01
Mois	+ 3.05	+ 2.24	+ 2.03	+ 5.10	+ 7.21	+ 7.59	+ 5.64	+ 4.26	+ 4.64

Fraction de saturation en %.

1re décade	73	78	76	61	52	52	62	75	66
2e »	77	85	83	74	58	56	65	72	71
3e »	82	86	85	71	59	53	73	79	73
Mois	78	83	82	68	56	54	67	75	70

Dans ce mois l'air a été calme 86 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{87}{71} = 1.23$.

Moyennes des 3 observations (7^h, 1^h, 9^h)

	mm
Pression atmosphérique.......	725.34
Nébulosité	6.7
Température $\frac{7+1+9}{3}$..	+4°.63
Température $\frac{7+1+2\times9}{4}$..	+ 4°.64
Fraction de saturation........	71 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér..	(1836-1875).	725.03
Nébulosité..	(1847-1875).	6.1
Hauteur de pluie..	(1826-1875).	$47^{mm}.3$
Nombre de jours de pluie.	(id.).	10
Température moyenne ...	(id.).	+ 4°.60
Fraction de saturat.	(1849-1875)	75 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	Céligny	Collex	Chambésy	Chatelaine	Satigny	Athenaz	Compesières
Hauteur d'eau en mm.	56.6	46.9	45.8	31.9	52.6	47.2	55.4

Station	Veyrier	Observatoire	Cologny	Puplinge	Jussy	Hermance
Hauteur d'eau en mm.	54.5	43.7	40.4	38.2	55.9	45.9

Insolation à Jussy : 108h.1.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE MARS 1908

Le 1er, éclairs au sud de 7 h. 40 m. à 8 h. du soir.
4, très fort vent.
6, très fort vent et neige.
7, neige.
8, tremblement de terre à 10 h. 10 m. du soir, durée 2 min. ; ressenti aussi à Aoste.
9, très fort vent et neige.
10, forte bise et neige.
les 11, 12, 13, 19, 20 et 21, forte bise, brouillard et neige.
les 16, 22, 23, 25 et 28, brouillard.
les 27 et 31, brouillard et neige.
les 30 et 31, forte bise.

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	48.4	49.8	50.8	**49.7**	**−10.0**	**48.2**	51.0	SW. 1	NE. 1	SW. 2	SW. 1	10	2	0	4	....	....
2	51.0	51.8	53.4	52.1	− 7.6	50.9	53.6	SW. 2	SW. 2	SW. 1	SW. 2	4	10	10	8	....	....
3	53.3	54.8	56.8	54.9	− 4.8	53.3	56.9	NE. 1	SW 1	NE. 1	NE. 1	0	2	0	1	....	....
4	58.1	60.3	62.1	60.2	+ 0.5	58.0	62.3	SW. 2	SW. 2	SW. 3	SW. 2	4	9	8	7	...	....
5	62.9	63.8	64.6	63.7	+ 4.0	62.6	64.8	SW. 2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	1	0	4	...	....
6	63.9	62.9	60.3	62.4	+ 2.7	60.1	64.0	SW. 2	SW. 3	SW. 4	SW. 3	0	10	10	7	11.4	12
7	60.3	60.9	61.4	60.9	+ 1.2	60.0	61.6	SW. 2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	9.2	10
8	61.8	63.2	66.1	63.7	+ 4.0	61.5	66.3	SW. 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	4	6	7	....	....
9	64.7	62.7	60.0	62.4	+ 2.7	57.0	65.0	SW. 2	SW. 3	SW. 3	SW. 3	5	3	10	6	6.9	7
10	55.2	55.8	55.7	55.6	− 4.1	55.0	56.0	SW. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	17.5	27
11	54.5	55.8	56.0	55.4	− 4.3	54.3	56.2	NE. 3	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	14.9	21
12	56.5	57.1	57.3	57.0	− 2.8	56.2	57.5	NE. 2	NE. 1	NE. 2	NE. 2	10	5	10	8	4.4	3
13	56.7	57.2	58.6	57.5	− 2.2	56.4	58.8	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	1	10	10	7	2.9	2
14	58.8	59.0	58.5	58.8	− 0.9	58.2	59.1	NE. 2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	0	2	0	1	....	....
15	58.6	59.1	60.0	59.2	− 0.5	58.4	60.2	SW. 2	SW. 3	SW. 2	SW. 2	0	1	0	0	....	....
16	58.6	58.6	58.2	58.5	− 1.3	57.5	58.9	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW 2	10	5	10	8	....	....
17	56.3	55.5	54.7	55.5	− 4.3	54.0	57.1	SW. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	7	5	7	....	....
18	52.3	52.4	52.6	52.4	− 7.4	52.0	52.8	NE. 1	SW. 1	NE. 2	NE. 1	0	0	10	3	...	....
19	53.0	53.9	55.4	54.1	− 5.7	52.8	55.6	NE. 1	SW. 2	SW. 3	SW. 2	10	10	10	10	5.9	4
20	55.6	57.3	58.5	57.1	− 2.7	55.4	58.8	SW. 3	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	17.1	19
21	59.2	60.2	61.1	60.2	+ 0.3	58.9	61.4	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	10	10	10	10	7.4	8
22	60.8	60.3	58.7	59.9	0.0	58.5	61.0	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	10	8	10	9		
23	57.8	59.1	61.0	59.3	- 0.6	57.6	61.3	SW. 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	6	10	10	9	...	...
24	61.7	62.3	63.1	62.4	+ 2.4	61.4	63.2	NE. 2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	4	2	2	3	....	....
25	62.1	62.0	61.8	61.9	+ 1.9	61.5	62.4	NE 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	6	10	6	....	....
26	61.5	62.0	63.2	62.2	+ 2.1	61.2	63.6	NE. 2	NE. 1	SW. 1	NE. 1	10	10	2	7	....	....
27	64.1	65.0	65.5	64.9	+ 4.8	64.0	65.6	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	....	....
28	65.8	66.1	66.8	66.2	+ 6.1	65.4	**67.0**	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	5	8	5.9	5
29	66.5	66.5	66.4	**66.5**	**+ 6.3**	66.0	66.8	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	0	1	1	1	....	...
30	66.1	66.2	65.9	66.1	+ 5.8	65.4	66.4	NE. 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	5	2	5	3	...	...
31	64.7	64.0	61.7	63.5	+ 3.2	61.3	64.9	NE. 1	NE. 1	NE. 3	NE. 2	4	10	10	8	....	....
																39.5	**40**
Mois	59.06	59.54	59.88	59.49	− 0.22							6.2	6.5	6.9	6.5	143.0	158

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	-14.8	-10.6	-14.8	-13.4	- 5.2	**-17.8**	-10.4	85	64	52	67	50	88
2	-14.6	-12.2	-13.8	-13.5	- 5.3	-15.8	- 9.6	85	87	88	87	83	90
3	-16.2	- 9.2	-15.6	-13.7	- 5.6	-17.4	- 9.0	77	55	80	71	52	82
4	-15.4	-10.2	-12.6	-12.7	- 4.6	**-17.8**	- 9.8	70	64	72	69	62	75
5	-13.0	- 7.6	-11.8	-10.8	- 2.8	-14.0	- 7.6	88	55	62	68	53	91
6	-13.0	-10.4	-10.2	-11.2	- 3.3	-14.0	-10.0	66	86	86	79	64	89
7	- 9.4	- 5.2	-10.6	- 8.4	- 0.5	-10.8	- 4.2	87	92	87	89	85	94
8	-10.0	- 3.7	- 5.2	- 6.3	+ 1.5	-12.6	- 3.5	70	72	95	79	67	98
9	- 3.4	- 3.6	- 4.4	**- 3.8**	**+ 3.9**	- 5.4	- 1.6	37	63	67	**56**	35	69
10	-10.2	- 8.5	-11.2	- 9.9	- 2.3	-11.8	- 5.2	87	71	88	82	69	91
11	-12.2	-10.2	-12.2	-11.5	- 3.9	-13.0	-10.0	88	87	87	87	84	91
12	-14.0	- 8.8	-13.4	-12.1	- 4.6	-14.0	- 8.6	90	76	87	84	63	94
13	-15.8	-11.4	-14.2	-13.8	- 6.4	-17.0	-11.1	85	84	86	85	81	89
14	-16.0	-10.5	-14.4	-13.6	- 6.3	-17.0	-10.3	86	72	28	62	**25**	89
15	-17.0	-11.4	-13.6	**-14.0**	**- 6.8**	-17.6	-11.0	68	64	53	62	51	71
16	-14.2	-10.8	-11.6	-12.2	- 5.1	-16.0	-10.6	90	84	92	89	82	95
17	-12.7	-11.2	-11.7	-11.9	- 4.8	-13.6	-11.0	92	90	91	91	87	95
18	-12.6	- 7.6	-12.0	-10.7	- 3.7	-14.6	- 7.4	62	57	93	71	55	94
19	-10.2	- 8.6	- 9.0	- 9.3	- 2.4	-13.0	- 8.4	93	94	94	94	91	95
20	- 9.4	- 7.9	- 8.2	- 8.5	- 1.7	-10.0	- 7.5	92	92	94	93	90	96
21	- 7.9	- 6.0	- 6.7	- 6.9	- 0.2	- 8.8	- 5.9	95	96	95	95	93	97
22	- 7.3	- 4.8	- 6.0	- 6.1	+ 0.5	- 8.0	- 4.6	96	95	96	**96**	92	97
23	- 7.2	- 2.8	- 6.4	- 5.5	+ 1.0	- 8.0	- 2.6	95	75	95	88	72	98
24	- 9.5	- 6.0	- 7.2	- 7.6	- 1.2	-10.0	- 5.8	95	74	94	88	72	98
25	- 9.8	- 4.8	- 7.4	- 7.3	- 1.0	-10.6	- 3.8	88	62	96	82	58	99
26	- 8.8	- 4.8	- 8.7	- 7.4	- 1.2	- 9.8	- 4.6	95	80	92	89	77	97
27	-12.0	- 7.0	- 8.8	- 9.3	- 3.2	-12.8	- 6.8	92	90	92	91	86	94
28	-10.0	- 7.4	- 8.5	- 8.6	- 2.7	-10.8	- 7.2	96	95	95	95	92	98
29	- 9.2	- 1.8	- 8.6	- 6.5	- 0.7	-11.4	- 1.4	72	48	78	66	45	80
30	- 8.2	- 1.8	- 5.0	- 5.0	+ 0.7	- 9.4	**- 0.8**	67	56	86	69	48	89
31	- 3.9	- 1.8	- 6.4	- 4.1	+ 1.5	- 6.8	- 1.6	81	76	98	85	66	100
Mois	-11.22	- 7.37	-10.01	- 9.53	- 2.21	-12.57	- 6.84	83	75	84	81		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MARS 1908

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — 0mm.22. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + — **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	57.96	58.60	59.12	58.56	75	71	78	75
2e »	56.09	56.59	56.98	56.55	85	80	80	82
3e »	62.75	63.06	63.20	63.00	88	77	92	86
Mois	59.06	59.54	59.88	59.49	83	76	84	81

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 12.00	— 8.12	— 11.02	— 10.38	— 10.54
2e »	— 13.41	— 9.84	— 12.03	— 11.76	— 11.83
3e »	— 8.53	— 4.45	— 7.25	— 6.74	— 6.87
Mois	— 11.22	— 7.37	— 10.01	— 9.53	— 9.65

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{63}{93} = 0.68$.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	45.9	42.8	56.6	143.0
Neige en centimètres....	4cm	8cm	65cm	158cm

PHÉNOMÈNES ODORIFIQUES

PRODUITS PAR LE CHOC

PAR

Jules PICCARD et Auguste PICCARD.

Communication expérimentale à la Société des Sciences naturelles de Bâle, séance du 18 décembre 1907.

Les phénomènes que nous nous sommes proposé d'étudier s'observent sur toutes les pierres dures qui supportent d'être violemment entrechoquées sans se briser ou s'effriter ; c'est particulièrement le cas des cailloux de quartz blanc compact qui, originaires des Alpes centrales, ont été transportés par les glaciers et les rivières, déposés dans les moraines et les terrains d'alluvion, repris et roulés par les eaux et qu'on trouve aujourd'hui dans le lit et sur le bord des ruisseaux, dans les gravières et parmi les cailloutis des routes. Ce sont les pierres les plus saines qui ont supporté ce traitement et qui se prêtent le mieux à l'expérience.

Les enfants collectionnent volontiers ces pierres blanches et, le soir venu, dans le coin le plus obscur, derrière le poële ou la porte d'une armoire, ils les entrechoquent et s'étonnent de la lueur qu'elles produisent, ainsi que de l'odeur qu'elles répandent. La lueur est assez vive pour permettre de distinguer net-

tement les objets environnants. L'odeur est tout à fait caractéristique, mais difficile à définir vu le manque de terminologie dans ce domaine. Pour les uns elle rappelle le phosphore, d'autres parlent de soufre. Il ne serait pas exclu de supposer une réaction chimique entre les éléments de l'atmosphère sous une influence électrique et la formation de gaz nitreux ou d'ozone. Moissan a démontré que l'odeur désagréable que dégage une sorte de spath-fluor lorsqu'on le pulvérise, provient de l'ozone produit par une réaction entre l'humidité de l'air et le fluor inclu mécaniquement dans le minéral. Il est vrai que le quartz ne saurait contenir de fluor libre. Plus exactement on pourrait comparer cette odeur du quartz entrechoqué à celle de la laine surchauffée ou de la corne brûlée. Les géologues, les physiciens, les chimistes auxquels nous nous sommes adressés, connaissaient très bien l'odeur en question, mais n'ont pu nous en donner l'explication.

Des nombreuses observations et expériences auxquelles nous nous sommes livrés sur les cailloux de quartz, le cristal de roche, l'agate, le silex, le granit, l'émeri, le corindon et autres minéraux d'une grande dureté, il résulte sans aucun doute que *l'odeur qu'ils émettent au choc, est due à la volatilisation et à la décomposition par la chaleur, de traces de matières organiques, grasses et azotées, qui se trouvent quasi immanquablement à leur surface.*

Tout d'abord, on peut constater que, si l'on brise un caillou de quartz pur avec des précautions qui excluent absolument tout contact avec des corps organiques extérieurs, le choc des parties intérieures ne produit pas d'odeur.

Les matières organiques superficielles qui produisent l'odeur au choc peuvent provenir soit de poussières atmosphériques — nous avons observé le phénomène après une chute de pierres dans la haute montagne — soit de lichens, mousses ou algues, de la terre ou de la vase dans laquelle les pierres ont séjourné ; mais *surtout* des mains avec lesquelles les pierres sont entrées en un contact, si court et superficiel fût-il. En effet, le plus souvent, pour les nettoyer, on les a frottées entre les mains ou sur une manche d'habit ; pour les transporter on les a glissées dans un sac ou une poche de pantalon ; pour les battre on les saisit fortement ; on les tourne et retourne. Or, *la plus minime quantité de matière organique, d'épiderme ou de sécrétion cutanée, suffit pour être reconnue au choc par l'odorat.* Cette réaction est d'une sensibilité et d'une ténacité vraiment incroyables ; loin d'aller en s'affaiblissant, elle tend plutôt à s'accentuer avec l'usage, ce qui se comprend quand on en connaît la cause.

Pour débarrasser les pierres de cette propriété, il faut des moyens énergiques. Il ne suffit pas toujours de les laver à la soude caustique en les frottant avec une brosse métallique. Il faut les chauffer au rouge sombre dans un four à moufle ou, plus simplement, les cuire une demi-heure avec la solution d'acide chromo-sulfurique bien connue pour son pouvoir comburant des matières organiques. Mais, on ne saurait trop insister sur la nécessité absolue de ne les saisir, après les avoir lavées et séchées dans la capsule même où on les a cuites, qu'avec des gants de toile fraîchement lavés : un seul attouchement avec les doigts ou la paume de la main, suffit à leur rendre pour un temps indéterminé leur capacité odorifique. Si l'on considère

que, dans le choc de deux pierres rugueuses, il n'y a jamais que des surfaces extrêmement petites qui entrent en contact et sont surchauffées pendant un temps infiniment court, on doit reconnaître que l'odorat surpasse en sensibilité la plupart des réactions chimiques et les balances les plus délicates.

Voici une autre expérience qui vient à l'appui des précédentes. A travers un fil de platine tendu et qu'on n'a pas craint de toucher avec les doigts, on dirige un courant électrique réglé par des résistances de façon à ce que la température ne s'élève que graduellement; vers 200 à 300° l'odeur caractéristique des pierres entrechoquées se manifeste distinctement pour cesser totalement au rouge sombre. Si, après le refroidissement on passe le fil entre les doigts et qu'on rétablisse le courant, l'odeur se dégage de nouveau. Pourtant, la surface du fil mise en contact avec la peau est unie et bien petite; la quantité de matière organique qui a pu y adhérer est bien minime. Cela a néanmoins suffi.

Au lieu d'expérimenter sur un fil de platine chauffé par le courant électrique, on peut le faire sur un morceau d'éponge de platine ou de cette mousse d'or qu'on emploie à l'obturation des dents. Si l'on en roule une boule entre les doigts et que, au moyen de fines pincettes on la chauffe au-dessus d'une petite flamme inodore par elle-même, on constate le dégagement d'une vapeur à l'odeur de corne brûlée. Si le dentiste pétrit son amalgame dans le creux de la main, il est facile de constater que le mercure forme par émulsion sèche avec les sécrétions grasses de l'épiderme, une poudre grise qui empêche l'adhérence entre le métal et les parois de la cavité dentaire. De

même, les chirurgiens n'ont que trop souvent l'occasion de constater que, malgré un lavage soigné des mains, celles-ci peuvent encore contaminer les instruments d'opération et le matériel de pansement. Enfin, si l'on touche avec le doigt, aussi légèrement qu'on voudra, une glace polie, on est sûr de reconnaître la marque de l'attouchement en exposant la glace en biais à la réflexion de la lumière.

Pour en revenir au quartz et boucler le cercle des expériences, il reste à prouver que le choc de deux cailloux suffit réellement à produire l'élévation de température nécessaire à des réactions de même ordre thermique que la décomposition des matières organiques. Voici ce qui écarte tous les doutes. Si l'on a frotté deux pierres de quartz rendues préalablement inodores par la cuisson à l'acide chromique, avec un mélange d'arsenic et d'acétate de soude fondu, ou bien d'arsenic et de carbone, on constate au choc des deux surfaces, l'odeur caractéristique du cacodyle ou de l'ail, réactions qui exigent au moins 300°. De même, le sucre produit l'odeur de caramel et le soufre celle d'acide sulfureux. Mais, au point de vue quantitatif, il ne serait pas juste de citer à ce propos la détonation des explosifs par le choc, par ce que, dans ce dernier cas, il ne s'agit que du déclanchement de réactions qui se continuent d'elles-mêmes.

Il résulte de ce qui précède que l'odeur spéciale produite par le choc des cailloux de quartz est due à la volatilisation et à la décomposition par la chaleur, de matières organiques adhérant à leur surface, particulièrement de celles qui proviennent de l'attouchement avec les mains.

LES RELATIONS

DE LA TEINTURE ET DE L'ADSORPTION

PAR

L. PELET-JOLIVET.

Les phénomènes de teinture très employés dans l'industrie et en micrographie ont été l'objet de nombreuses recherches au cours de ces vingt dernières années. Le plus grand nombre des chimistes se sont en général ralliés à la théorie chimique dans laquelle on admet que les matières colorantes se combinent chimiquement aux fibres. Dans cette hypothèse, on considère la laine comme un amido-acide dont les groupes NH_2 fixeraient les colorants acides, tandis que les matières colorantes basiques se combineraient aux groupes COOH [1].

Il existe toutefois de nombreux faits que la théorie chimique n'explique pas, c'est pourquoi plusieurs chimistes ont énoncé des théories purement physiques qui assimilent la teinture à un phénomène d'adhésion superficielle (Georgievicz [2]) ou à une solution solide (O. N. Witt [3], Sisley [4]).

[1] *Berl. Ber., 21,* 1556, 1888.

[2] *Mitth. Gewerbe Museum,* Wien, 1894, 215.

[3] *Lehnes Färbezeitung,* 1890-91, 1-4.

[4] *Revue Mat. col.,* Paris, 1902, p. 89.

Dans le présent article, nous n'avons pas l'intention d'exposer les preuves ou les raisons d'analogie avancées par les auteurs de ces théories pour étayer leurs hypothèses, le lecteur trouvera dans l'ouvrage récent de Schwalbe[1] un exposé bibliographique très complet des nombreux travaux dont l'étude théorique de la teinture fut l'objet jusqu'en juin 1907. Hâtons-nous d'ajouter que les phénomènes de teinture sont très complexes et que le plus souvent, en l'absence de toute méthode de recherches quantitatives, on a dû, jusqu'il y a peu d'années, se contenter d'essais purement qualitatifs. Depuis peu de temps, grâce aux recherches chimico-physiques dans le domaine des colloïdes, on possède un fil conducteur qui permet d'étudier la teinture d'une façon suivie et nous désirons exposer dans cet article une partie des résultats déjà obtenus.

En effet, la teinture est en relation étroite avec l'adsorption, l'électrisation de contact et les précipitations colloïdales. Pour l'instant, nous n'exposerons que les relations de la teinture et de l'adsorption et nous suivrons le plan suivant :

Indications bibliographiques des travaux antérieurs s'occupant de cette question.

Résumé de nos connaissances sur l'adsorption et distinction de l'absorption.

Méthodes de recherches.

L'adsorption tinctorielle.

Nous devons toutefois remarquer que, pour le moment du moins, il nous paraît impossible d'établir une

[1] Neuere Färbentheorien, Enke, Stuttgart, 1907.

théorie de la teinture susceptible d'expliquer et de comprendre tous les faits s'y rapportant ; nous nous contentons d'exposer des faits étudiés dans les cas les plus simples de la teinture, plus spécialement de la teinture directe de la laine.

De 1892 à 1905, Georgiewicz[1] a publié une série de travaux dans lesquels il reprenait la théorie physique de la teinture autrefois exposée par W. Crum[2], et, par des recherches intéressantes, a montré :

1° Que les matières colorantes basiques peuvent teindre les substances inertes, pulvérisées, telles que le verre, la porcelaine.

2e Que la fixation des matières colorantes par une quantité fixe de textile varie avec la concentration du bain de teinture.

La répartition du colorant entre le bain et le textile peut être exprimée par la formule

$$\frac{\sqrt{c}}{s} = \text{constante}$$

où c désigne la quantité de colorant restant dans le bain de teinture et s la quantité retenue par le textile.

Bien que les résultats fussent encore peu nombreux et souvent peu précis, vu l'emploi du colorimètre et l'absence de tout autre moyen de contrôle, ils tendaient à démontrer que la quantité de colorant fixé n'est pas proportionnelle à la quantité de textile employée, ce qui aurait dû être le cas si la teinture est un phénomène chimique.

[1] *Mitth. Gewerbe Museum*, Wien, 1894, 215.
[2] *Bull. Mulhouse*, 1864, 34, 385.

En 1905, W. Biltz[1], plaçant des gels colloïdaux d'alumine ou d'oxyde de fer ou des fibres textiles, coton, soie, laine, dans des solutions colloïdales d'argent, de bleu de molybdène, etc., ou des solutions de benzopurpurine, a montré que les gels comme les fibres retenaient une partie de la solution colorante et des différentes solutions colloïdales.

Cette étude a démontré l'analogie entre les fibres et les gels colloïdaux d'une part et les fausses solutions et les solutions de benzopurpurine de l'autre, il est vrai que Preuner avait constaté précédemment que la benzopurpurine formait des fausses solutions.

Représentant graphiquement les résultats de ses recherches, W. Biltz portait sur l'axe des x les concentrations primitives des solutions et en ordonnées les quantités retenues par les fibres et les gels, il obtenait ainsi une série de courbes de même allure concaves du côté de l'axe des x.

En décembre 1906, H. Freundlich[2] a publié une étude très importante où il expose ses recherches sur l'adsorption de diverses solutions de cristalloïdes par le charbon de sang.

En mai 1907, Freundlich et Losev[3] démontrent que les matières colorantes sont adsorbées par le charbon de sang comme par les fibres, et trois mois plus tard, en août 1907, Pelet et Grand[4] font connaître le résultat de leurs travaux dans le même domaine. Ces derniers confirmèrent l'analogie entre les fibres tex-

[1] *Berl. Berichte.* 1905, 38, 2963.
[2] *Z. phys. chem.*, décembre 1906.
[3] *Z. phys. chem.*, mai 1907.
[4] *Kolloïd Zeitschrift,* août 1907.

tiles et les diverses variétés de charbon animal et montrent que les matières colorantes sont également *adsorbées* d'une façon identique par les substances minérales, argile, silice, alumine.

Absorption et adsorption. Le mot d'absorption, très fréquemment employé par les physiciens et les chimistes, peut facilement prêter à confusion, nous croyons utile de spécifier le sens du mot et de le distinguer de l'adsorption.

L'absorption comprend les cas de fixation de gaz par des liquides et de répartition de liquides ou de solides entre deux liquides.

Nous citons les exemples suivants :

Soit une cloche contenant un vase d'eau pure, l'atmosphère de la cloche est formée d'anhydride carbonique. Le gaz se dissout dans l'eau, au bout d'un certain temps le système est en équilibre, CO^2 ne varie plus entre le liquide et l'atmosphère gazeuse. La quantité dissoute varie proportionnellement à la pression gazeuse et en représentant par x la quantité dissoute à la pression p, on trouve la relation

$$\frac{x}{p} = k$$

où k est une constante. Cette valeur $\frac{x}{p}$ dépend de la nature du gaz, de la nature du liquide et de la température. Cette loi de Henry s'applique aux gaz inertes dans leurs solvants, mais pour les gaz qui se combinent à l'eau comme HCl, SO_2, NH_3, etc., la loi de Henry ne s'applique plus, car des phénomènes moléculaires secondaires interviennent. Berthelot et Jungfleisch ont montré que le coefficient de partage d'un corps soluble

entre deux liquides non miscibles est aussi constant. C'est entre autres le cas de l'acide succinique dans l'eau et l'éther. En faisant varier les concentrations, le rapport $\frac{x}{p}$ reste constant.

Il existe un grand nombre de corps qui ne suivent pas la loi de Berthelot et de Jungfleisch. Ce sont :

1° Les corps qui réagissent avec l'un des solvants.

2° Les corps n'existant pas dans le même état dans l'un des solvants, tels les électrolytes.

Mais Nernst, en étudiant le cas des électrolytes, a montré que dans le solvant dissociant, il convenait de tenir compte seulement des molécules non dissociées et que dans ce cas le rapport était constant.

Il existe enfin un dernier cas d'adsorption, c'est celui où le corps dissous se partage entre les deux solvants, mais en tenant compte qu'il possède dans les deux liquides un état moléculaire différent. Ce cas est représenté par la répartition de l'acide benzoïque dans le benzène et dans l'eau qui s'exprime par la formule :

$$\frac{x}{c^2} = k$$

où x désigne la concentration de l'acide benzoïque dans le benzène et c la concentration dans l'eau. L'acide acétique dissous dans le benzène et l'eau suit la même loi. Dans l'un et l'autre cas, l'acide considéré possède un poids moléculaire double dans le solvant organique que dans l'eau.

On désigne au contraire par *adsorption* le phénomène par lequel un corps dissous ou un liquide (peut-être même un gaz) est retenu par un corps solide, tel que le charbon animal. Freundlich, qui a étudié ce

phénomène d'une façon complète, a trouvé, par exemple, pour des mêmes quantités de charbon de sang placées dans des solutions d'acide acétique à différentes concentrations, les valeurs suivantes :

Concentrations exprimées en millimoles par cm³	Quantité d'acide acétique absorbé exprimée en millimoles par gr. de charbon
c	x
0.0181	0.467
0.0309	0.624
0.0618	0.801
0.1259	1.11
0.2677	1.55
0.4711	2.04
0.8817	2.48
2.7850	3.76

Si l'on cherche les relations entre les valeurs ci-dessus, on trouve[1] :

$$\frac{x}{c^e} = \beta \text{ ou } e = 0.425 \text{ et } \beta = 2.606$$

Le caractère spécifique de l'adsorption et sa différence avec l'absorption paraît être que l'exposant e est constamment fractionnaire, tandis qu'il est > 1 dans l'absorption proprement dite.

Freundlich a étudié ce phénomène d'adsorption pour le charbon et une série de substances inorganiques et organiques dissoutes dans différents solvants et dans le cas général de l'adsorption, a constaté que le phénomène est reversible, c'est-à-dire qu'en ajoutant de l'eau au bain une certaine quantité de corps adsorbé repasse en solution et le charbon ne retient

[1] Dans la formule de l'adsorption, Freundlich emploie comme exposant 1/p ; pour plus de commodité, j'ai remplacé 1/p par e.

que la quantité correspondante à la nouvelle concentration. Enfin, les corps fixés, pour la plupart des cristalloïdes, une fois que l'adsorbant est séparé de la solution, peuvent être éliminés en totalité ou en presque totalité par de longs lavages à l'eau.

L'adsorption est faible pour les sels inorganiques, moyenne pour les acides aliphatiques, ainsi que pour les acides aromatiques qui contiennent SO^3OH ; elle est au contraire très forte pour les acides aromatiques.

Les valeurs de e dans la formule $x = \beta c^e$ obtenues par Freundlich, pour une série de cristalloïdes organiques et inorganiques sont toutes comprises entre 0,425 (acide acétique) et 0,23 (acide picrique).

Nous devons maintenant examiner l'application de l'adsorption au cas des matières colorantes.

En plaçant en contact à la température ordinaire un même volume de solutions de matières colorantes à différentes concentrations et ajoutant à chaque solution une quantité constante de substance absorbante, une partie du colorant dissous est retenue par l'adsorbant. En dosant le colorant restant en solution, on détermine la quantité adsorbée.

La détermination du colorant non adsorbé peut se faire de différentes façons, soit par dosage colorimétrique au moyen du colorimètre et du spectrophotomètre, soit par titration du colorant par un réducteur puissant tel que le chlorure de titane dont l'emploi a été préconisé par Knecht[1], ou par précipitation du colorant utilisé par un colorant de signe inverse convenablement choisi[2].

[1] *Journal Soc. Dyers and colorist*, 1905, p. 111.
[2] Pelet et Garuti. *Bull. Soc. vaudoise sc. nat.*, 1907, p. 1.

Nous ne pouvons discuter ici ces différentes méthodes ; chacune a été l'objet de nombreuses critiques et il serait indispensable qu'une fois on en fît une étude systématique.

Une longue expérience m'a permis de constater que l'emploi du colorimètre seul peut entraîner à de grossières erreurs, en effet, quelques matières colorantes ne présentent pas la même teinte avant qu'après l'adsorption, rendant ainsi toute comparaison impossible. Cette modification de la teinte peut provenir entre autres du fait que le sel colorant est dissocié et que les produits de dissociation sont inégalement absorbés. Le spectrophotomètre employé par Freundlich donne des résultats bien meilleurs que le colorimètre ; il n'est toutefois pas exempt d'erreurs, nous citons comme exemple les résultats de Freundlich et Losev trouvés pour le violet cristallisé, résultats d'ailleurs mis de côté par ces auteurs. Nous avons au contraire étudié l'adsorption du violet cristallisé en le dosant avec l'écarlate de crocéine et nous avons obtenu des résultats concordants. Toutefois, la méthode de dosage volumétrique est loin d'être parfaite, l'exactitude laisse beaucoup à désirer et, dans bien des cas, elle ne convient pas ou donne des résultats faux. W. Biltz, dans l'adsorption de la benzopurpurine, a obtenu de bons résultats en dosant cette substance au colorimètre, tandis que nous avons essayé de la doser par le violet cristallisé et nous n'y sommes pas parvenu.

Il est à remarquer que le violet cristallisé permet de titrer avec exactitude les solutions de benzopurpurine dans les conditions ordinaires, mais après contact avec un adsorbant le dosage est impossible et la cause nous échappe encore.

Ces quelques considérations permettront au lecteur de se rendre compte des difficultés opératoires en présence desquelles on se trouve, elles sont d'ailleurs telles que c'est à ces difficultés d'une part et à la complexité des phénomènes de la teinture d'autre part qu'on doit que des études systématiques n'ont pas été entreprises jusqu'ici.

Dans tous nos essais, nous avons procédé, sauf indication contraire, de la manière suivante. Le corps adsorbant textile, charbon ou poudre minérale, est placé dans des solutions de matières colorantes à diverses concentrations. Le flacon soigneusement fermé est fréquemment agité et le dosage du colorant restant est exécuté au bout de 5 jours. Le dosage de la matière colorante a été le plus souvent opéré par dosages volumétriques et dans quelques cas contrôlé par le colorimètre.

Voici pour le bleu de méthylène et la silice précipitée pure lavée, puis calcinée, les résultats de la série d'adsorption.

Bain 200 cm³, 5 jours à 17°, 1 gr. silice calcinée.

Concentration du bain avant l'adsorption mmgr. bleu de méthylène	Concentration du bain après l'adsorption mmgr. bleu de méthylène	Quantité de bleu de méthylène en mmgr
	c	x
100	52	48
200	133	67
400	322	78
600	518	82
800	718	82
1000	912	88

En appliquant la formule $x = \beta c^e$ on trouve $\beta = 37$ $e = 0,14$. A ces valeurs correspondent les valeurs de x

calculées théoriquement de 45, 64, 73, 83, 88 et 93 mmgr. au lieu de 48, 67, 78, 82, 82 et 88 mmgr. trouvées pour les différentes concentrations.

Nous résumons dans les tableaux ci-dessous les valeurs connues jusqu'à présent, celles concernant le bleu de méthylène et le ponceau cristallisé sont extraites de la dissertation de M. L. Grand[1], les autres ont été exécutées depuis au laboratoire.

Dans le tableau suivant, *m* désigne la quantité d'adsorbant employée en gr. et *v* le volume du bain en cm³.

1. *Bleu de méthylène.*

Essais à la température ordinaire 17°

	m	*v*	Concentrations des solutions de bleu de méthylène 0.5	1	2	3	4	5 p. 1000
			adsorbé en milligr. : $x =$					
Silice précipitée pure	2	100	49.2	90.9	136.3	157.5	166.7	175.8
Silice précipitée calcinée .	1	200	48	67	78	82	82	88
Terre d'infusoires	2	100	28.8	31	33	34	34.9	34.9
Kaolin blanc hydraté.....	2	100	24.2	25.7	27.3	31.8	30.3	32.6
Alumine hydratée...... .	2	100	2.6	7.9	14.9	20.1	23.3	23.8
Oxyde de fer hydraté....	2	100	4.25	8.54	14.7	19.9	21 9	22.7
Charbon animal.........	2	200	100	146	183	»	199	214
Laine	1	200	36	38	42.4	»	45	»

Les dosages du bleu de méthylène restant en solution ont été exécutés avec le ponceau cristallisé.

2. *Safranine.*

Mêmes conditions que précédemment.

	m	*v*	Concentrations. 0.5	1	1.5	2	2.5	3 ‰
			Adsorbé en mmgr.					
Charbon de sang .	0.5	100	50	98	146	184	215	231
Laine.	1	100	38.6	43	47	51	53	57
Silice calcinée ...	2	100	42.4	69	74	78	82	87
Terre d'infusoires	2	100	27	31	32	33	33.5	34

[1] Dissertation. Laborat. de chimie industr., décembre 1907.

La safranine a été dosée par le jaune napthol S et l'orangé II.

3. *Ponceau cristallisé.*

	m	v	0.5	1	2	34	5 ‰
			Concentrations.				
			Adsorbé en mmgr.				
Laine 2 gr....	200	2.3	3.9	6.6	11.6	21.1	26

	mv	1	2.5	3.5	5	7 ‰
		Concentrations.				
		Adsorbé en mmgr.				
Charbon animal 2 gr.	200	115	128	146	148	160

Le dosage du ponceau s'effectue le mieux par le bleu de méthylène.

4. *Jaune naphtol.*

	m	v	0.5	1	2	2.5	3	4 ‰
			Concentrations.					
			Adsorbé en mmgr.					
Charb. de sang	0.5 gr.	200 cm.	100	180	229	240	247	260

Le jaune naphtol a été titré par le bleu de méthylène.

5. *Acide picrique.*

	m	v	0.5	1	15	2	2.5	3 ‰
			Concentrations.					
			Adsorbé en mmgr.					
Charbon de sang	0.25	100	50	92.4	108	116	124	129

L'acide picrique est également titré par le bleu de méthylène.

Violet cristallisé.

	m	v	1	2	3	4	5 ‰
			Concentrations.				
			Adsorbé en mmgr.				
Laine.......	1 gr.	200 cm³	40	47	50	54	58
Silice calcin.	2 gr.	100 »	100	195	261	302	—
Charb. de sg.	0.25	100 »	24	36	38	39	41
Amidon.....	2 gr.	100 »	11.4	14	18	19	21
Coton.......	2 gr.	100 »	12	15	21	—	—
Coton engallé	2 gr.	100 »	38.7	45	49	53	56

Le violet cristallisé a été dosé par l'écarlate de crocéine.

7. *Carmin d'indigo (Indigo disulfonate de sodium).*

	m	*v*	Concentrations. 1	2	3	4	5 ‰
			Adsorbé en mmgr.				
Laine.......	2 gr.	100 cm^3	13	19	23	27	30
Charb. de sg.	0.25	100 cm^3	55	62	70	72	73

Le carmin d'indigo a été dosé par le permanganate de potassium.

Si nous déterminons les valeurs de β et e de la formule $x = \beta c^e$ pour les séries d'absorption ci-dessus, nous trouvons :

Matière colorante.	Substance adsorbante.	β	e
Bleu de méthylène	Silice précipitée.....	37	0.14
»	» calcinée.......	37	0.14
»	Terre d'infusoires...	9.47	0.11
»	Kaolin.............	7.75	0.12
»	Alumine...........	5	0.15
»	Oxyde de fer hydraté	5	0.15
»	Charbon animal.....	45.5	0.12
»	Laine..............	21	0.12
Safranine........	Charbon de sang....	273	0.15
»	Laine..............	24	0.15
»	Silice calcinée......	22.3	0.15
»	Terre d'infusoires...	9.5	0.11
Ponceau cristallisé.	Charbon animal.....	27.9	0.15
Jaune naphtol.....	Charbon de sang....	260	0.11
Acide picrique....	» »	138	0.25
Violet cristallisé...	Laine..............	22	0.15
»	Silice calcinée......	75	0.15
»	Charbon de sang....	66	0.15
»	Amidon............	14	0.32
»	Coton.............	1.6	0.3
»	Coton engallé.......	8.3	0.2
Carmin d'indigo...	Laine..............	0.7	0.5
»	Charbon de sang....	60	0.15

Nous devons remarquer que les colorants basiques, bleu de méthylène, safranine, violet cristallisé, sont seuls susceptibles d'être adsorbés, outre le charbon, la laine et la soie, par le coton, la silice, le coton engallé, l'amidon, le kaolin, l'alumine, l'oxyde de fer. Les colorants acides, ponceau cristallisé, jaune naphtol, acide picrique, carmin d'indigo, ne sont adsorbés que par la laine, la soie et les diverses variétés de charbon animal.

Il est intéressant de comparer les valeurs de β et e que nous avons obtenues à celles trouvées par Freundlich et Losev.

Valeurs de β et e extraites de Freundlich et Losev[1].

		β	e
Ponceau cristallisé.	Charbon de sang....	236	0.15
Bleu patenté......	Laine.............	25.5	0.159
»	Charbon de sang...	236	0.15
»	Soie..............	10.9	0.163
Fuchsine nouvelle.	Charbon de sang...	9.06	0.186
»	Soie..............	33.7	0.125
»	Coton.............	5.83	0.253
Acide picrique	Charbon de sang...	—	0.24
Acide picrique .... (Solut. alcoolique)	Charbon de sang...	—	0.23

Dans son étude théorique de l'adsorption, Freundlich a déduit que la température n'avait qu'une influence minime sur l'adsorption, nous avons, en collaboration avec L. Grand, montré expérimentalement que cette influence était assez considérable.

Voici quelques-uns des résultats que nous avons obtenus à la température constante de 80° pendant 5 jours.

[1] Dans ce tableau, toutes les valeurs se rapportent à des solutions de matières colorantes dans l'eau distillée, sauf la dernière, acide picrique en solution alcoolique.

2. *Bleu de méthylène.*

Essais à 85°

	m	v	0.5	1	2	3	4	5
			x adsorbé en mmgr.					
Silice précipitée pure.....	1	200	87	147	192	232	245	266
Silice précipitée calcinée .	1	200	85	142	194	233	253	273
Terre d'infusoires...... .	2	100	31.5	40.5	55.9	62.3	70.6	73
Charbon animal........ .	2	200	100	193	261	270	276	265
Laine	1	200	38	56	59	74	77	86

(Concentrations: 0.5, 1, 2, 3, 4, 5)

2. *Ponceau.*

Essais à 85°.

			Concentrations.					
			0.5	1	2	3	4	5 ‰
			Adsorbé en mmgr.					
Laine...	2 gr.	200 cm³	7.1	10.6	26	28	36	39

			Concentrations.	
			2.5	5 ‰
			Adsorbé en mmgr.	
Charbon animal	2 gr.	200 cm³	211	263

Si nous calculons les valeurs de β et e correspondant à ces derniers résultats, nous obtenons :

Matière colorante	adsorbante.	β	e
Bleu de méthylène	Charbon animal	28.3	0.255
»	Silice précipitée....	40	0.3
»	» calculée	40	0.3
»	Terre d'infusoires...	6.11	0.3

Les résultats que nous avons obtenus peuvent être représentés graphiquement, en portant en ordonnées les quantités de colorant adsorbé et en abcisses les concentrations, on obtient une série de courbes concaves du côté de l'axe des x, ainsi que le représente la

figure suivante (fig. 1) qui exprime les valeurs de la silice non calcinée à 17° et à 85°.

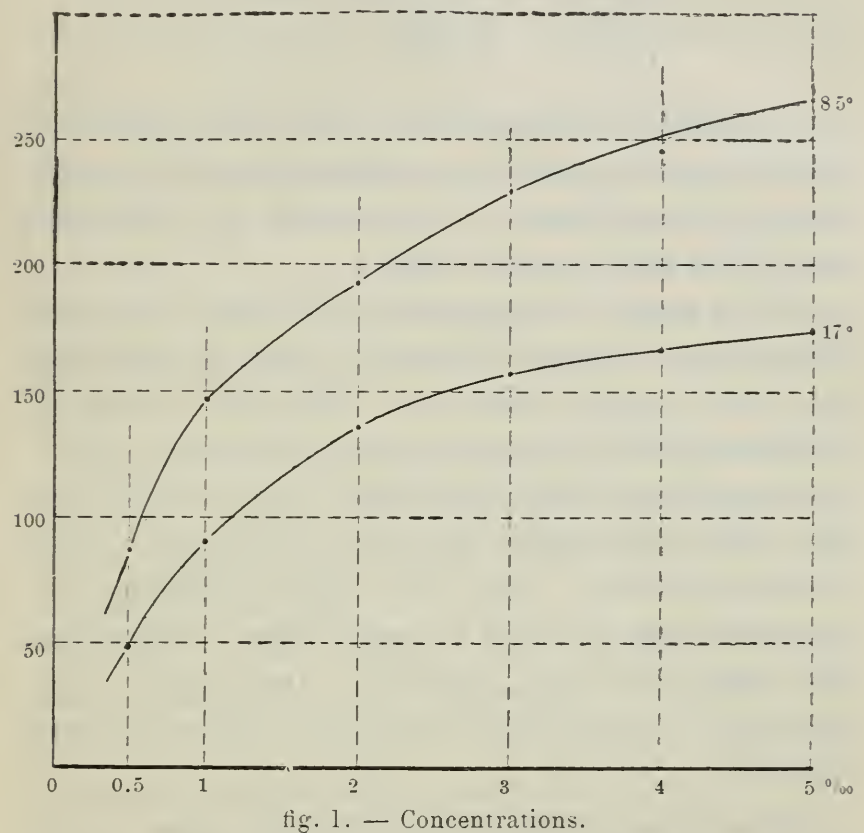


fig. 1. — Concentrations.
Silice non calcinée de bleu de méthylène.

Avant d'examiner la signification des résultats obtenus, nous devons faire quelques remarques.

1° Dans tous nos essais, la quantité de substance adsorbante employée représente la substance supposée sèche, c'est-à-dire que dans chaque cas nous avons pesé la quantité indiquée, plus la quantité d'eau hygroscopique. L'eau hygroscopique, suivant la nature de la substance, est dosée de 85° (laine) à 110° (charbon). Cette quantité d'eau varie d'un corps adsorbant à l'autre.

Elle est de

31 % dans le charbon de sang.
11.96 » le charbon animal.
9.15 » la laine.
15.13 » la silice précipitée.

L'eau hygroscopique varie d'ailleurs très facilement pour le même produit, non seulement par les conditions atmosphériques, mais suivant les traitements préalables que le corps a subi.

2° Le mode de préparation du produit a aussi une influence sur le pouvoir adsorbant. Nous ne choisissons pas nos exemples parmi les différentes variétés de charbon animal du commerce qui, suivant leur nature, se comportent toutes diversement ; mais citons le cas des silices précipitées du verre soluble par l'acide chlorhydrique qui, sans qu'il y eut de différence appréciable dans le mode de préparation, présentaient des différences dans l'adsorption. Dans toutes ces recherches, il est essentiel d'employer toujours le même produit.

3° Les plus légères traces d'impuretés dans le produit adsorbant jouent un rôle considérable et, suivant les cas, empêchent ou favorisent l'adsorption.

Comme exemple, nous citerons l'alumine hydratée et l'oxyde de fer hydraté employés dans l'adsorption du bleu de méthylène. Ces substances de nature basique ne semblaient pas devoir adsorber un colorant basique tel que le bleu de méthylène. Ces oxydes, obtenus par précipitation avec NH_3, ont été soigneusement lavés jusqu'à disparition complète d'ammoniaque dans la solution. Ils paraissaient donc parfaitement purs et c'est dans ces conditions que nous les avons utilisés.

Ultérieurement, nous nous sommes aperçus que ces oxydes n'absorbaient le bleu de méthylène que grâce à leur caractère négatif dû à un revêtement formé de traces d'ammoniaque absorbée et énergiquement retenue.

D'après Freundlich, l'adsorption des matières colorantes comme l'adsorption ordinaire est un phénomène reversible, en ajoutant de l'eau à un bain d'adsorption, on trouve que la quantité de colorant adsorbé correspond au dernier volume employé et non au volume primitif, une partie du colorant repasse donc en solution.

Il nous reste maintenant à examiner les caractères distinctifs de l'adsorption des matières colorantes que nous désignons plus spécialement sous le titre d'*adsorption tinctorielle.*

Nous éviterons d'ailleurs toute hypothèse, les connaissances que nous possédons dans ce domaine étant très restreintes et exigeant encore de nombreux compléments expérimentaux et des vérifications.

1° Dans son premier travail sur l'adsorption, Freundlich a établi la valeur de e pour de nombreuses substances inorganiques et organiques de nature cristalloïde et a constamment trouvé que les valeurs de e variaient entre 0,25 (ac. picrique) et 0,34 (ac. acétique).

Dans l'adsorption tinctorielle, soit l'étude de Freundlich et Losev, soit celle de Pelet et Grand, soit les nouveaux résultats obtenus démontrent constamment que e — considéré à la température ordinaire — prend toujours une valeur inférieure à 0,25. Chose digne de remarque dans tous les cas où nous avons à faire à des

teintures directes, *faibles* ou *peu solides*, nous trouvons que e prend une valeur élevée. Exemples :

Carmin d'indigo et laine	0.5
Violet cristallisé et coton....	0.3
Fuchsine et coton..........	0.253
Acide picrique et laine......	0.25

Au contraire, toutes les fois que nous avons à faire à un cas fournissant une teinture relativement plus solide, la valeur de e s'abaisse, ainsi que le montre le résultat obtenu par les colorants basiques ou acides avec la laine et la soie. Même dans le cas du coton engallé, le violet cristallisé donne le même résultat.

2° Bien que les résultats que nous avons trouvés ne puissent être considérés que comme une première approximation, nous devons aussi remarquer que la valeur de β est d'autant plus élevée que le corps est doué de propriétés adsorbantes plus considérables, au contraire pour la même matière colorante, ainsi que Freundlich l'a déjà remarqué, e varie peu et dans la plupart des cas (charbons, silice, laine), e presque constant ne semble pas être influencé par la nature de l'absorbant.

3° Si nous considérons un corps adsorbant à sa sortie du bain et que nous le soumettions à des lavages prolongés à l'eau distillée, nous constatons une différence essentielle du moins assez grande entre le cas de l'adsorption ordinaire et l'adsorption tinctorielle.

Dans le cas de l'adsorption ordinaire, l'eau par des lavages répétés élimine complètement ou presque complètement le corps adsorbé. En réalité, ainsi que cela a été constaté plusieurs fois, cette élimination totale de l'adsorbé est très difficile et il en reste tou-

jours des traces formant un revêtement tenace et susceptible de jouer un rôle considérable.

Dans l'adsorption tinctorielle, au contraire, la quantité du corps adsorbé (matière colorante) susceptible d'être éliminé par des lavages prolongés à l'eau distillée est toujours restreinte et, bien que jusqu'à présent aucune mesure n'ait pu être exécutée, la quantité qui *dégorge* est toujours très faible par rapport à celle qui reste fixée et qui représente la teinture proprement dite.

Un des partisans de la théorie chimique de la teinture[1] qui tient à admettre les faits révélés par l'adsorption explique que la quantité qui dégorge, comme la quantité totale adsorbée, augmentent avec la concentration, mais que la quantité fixée restant après lavages doit être proportionnelle au poids de l'adsorbant, c'est-à-dire constante pour toutes les concentrations. Nous ne pouvons pas admettre cette manière de voir ; il suffit, pour s'assurer de tout ce qu'il y a d'erroné dans cette proposition, de teindre une même quantité de laine dans des bains de concentrations différentes ; après teinture, puis lavages à l'eau et même savonnages, on distingue des différences de teinte sensibles à l'œil le moins exercé.

Nous considérons donc que la quantité de matière dégorgeable et la quantité fixée à l'état insoluble (teinture) se trouve en relation directe et augmentent progressivement l'une et l'autre avec la concentration, sans toutefois être directement proportionnelles à cette dernière.

Nous pouvons représenter graphiquement comme suit (voir fig. 2) : La courbe AB représente les valeurs

[1] W. Suida. *Zeits. für Farben industrie*, nov. 1907.

de la courbe d'absorption déterminées par les dosages. La courbe (supposée) A'B' délimiterait les quantités de colorants dégorgeables et celle restant comme teinture.

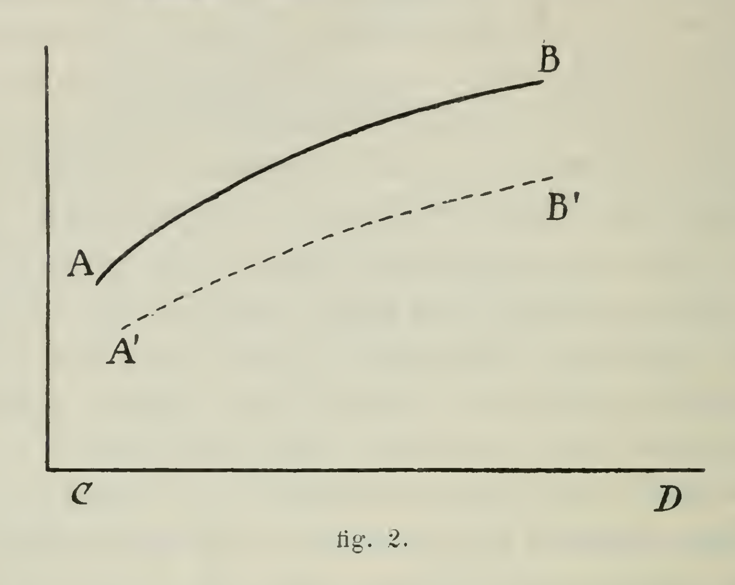


fig. 2.

La surface A'B'CD représenterait donc la teinture aux différentes concentrations[1].

Pour compléter ce résumé, je dois rappeler un fait très important observé par Freundlich. Si nous considérons une molécule de matière colorante basique que l'on utilise constamment à l'état de sel et que nous pouvons représenter par R HCl où R désigne la base colorante complexe, rosaniline dans le cas de la fuchsine, diméthylthionine pour le bleu de méthylène, etc.; en présence de l'adsorbant, charbon, laine, etc., il y a dissociation de la molécule du sel colorant et adsorption de la base, tandis que HCl reste dans le bain.

[1] Cette surface A'B'CD varie d'ailleurs d'un corps adsorbant à l'autre et jusqu'à présent n'a pas été déterminée; elle est plus grande pour le charbon et la laine que pour la terre d'infusoire et le quartz pulvérisé.

Les matières colorantes acides employées en teinture comme sels de sodium, d'après Freundlich et Losev et Gnehm et Rötheli, ne sont pas dissociées, mais absorbées telles quelles par le charbon ou le textile.

L'explication de ces faits, ainsi d'ailleurs que de nombreux points dans ce domaine, nous échappent.

En terminant, nous devons faire remarquer que le principal résultat des diverses études sur l'adsorption démontre que la teinture ne peut plus être considérée comme une combinaison chimique entre le textile et la matière colorante. Nous avons constaté que la quantité de matière colorante varie avec la concentration, augmente avec la température et dépend aussi de la nature des impuretés qui sont contenues dans la substance adsorbante. Tous ces faits ne peuvent s'accorder dans la conception d'une combinaison chimique définie dans laquelle les constituants sont en *proportion constante*.

En résumé, la teinture directe est un phénomène d'adsorption ; ce qui exclut l'hypothèse d'une combinaison chimique, au sens ordinaire du mot, entre le colorant et la fibre.

La propriété des textiles de fixer les matières colorantes s'étend à d'autres substances minérales : charbon animal et, dans certaines conditions, silice, alumine, etc.

L'adsorption est représentée par la fonction $x = \beta c^e$ où x exprime la quantité absorbée par gramme de substance adsorbante, c la concentration après adsorption ; β et e sont des constantes. Les valeurs de e

sont moins élevées dans le cas des teinture que dans l'adsorption proprement dite. A des températures plus élevées, c prend des valeurs relativement plus élevées.

La valeur β est plus élevée pour les corps doués de propriétés adsorbantes considérables. La quantité de colorant fixé est en relation directe avec la quantité adsorbée. L'adsorptien tinctorielle diffère de l'adsorption ordinaire par la quantité plus grande de substance adsorbée restant fixée sous forme insoluble.

Dans les teintures peu solides, e prend une valeur plus grande que dans les teintures relativement plus solides.

Lausanne, avril 1908.

DIFFÉRENCE DE POTENTIEL ET STABILITÉ

DE

L'ARC ALTERNATIF

ENTRE MÉTAUX

PAR

C.-E. GUYE et A. BRON

INTRODUCTION.

L'importance croissante que prend l'emploi des arcs voltaïques entre métaux. dans les réactions gazeuses en général et dans la production des vapeurs nitreuses en particulier, nons a engagés à étudier expérimentalement et de plus près qu'on ne l'a fait jusqu'ici, les facteurs qui agissent sur la différence de potentiel et la stabilité de l'arc alternatif entre métaux.

De nombreux travaux ont été effectués déjà en vue d'établir la relation qui unit la différence de potentiel, l'intensité et la longueur de l'arc alternatif entre électrodes métalliques. Malheureusement, les conditions dans lesquelles l'arc est produit sont généralement mal définies ; aussi y a-t-il, particulièrement pour les arcs longs et peu intenses, presque autant de résultats numériques différents que d'expérimentateurs.

Nous avons donc jugé utile de reprendre une série d'expériences méthodiques sur l'arc alternatif de faible intensité, dans des conditions plus précises et mieux définies qu'on ne l'a fait jusqu'ici, en cherchant à bien mettre en évidence le rôle de chacun des facteurs qui influent sur la différence de potentiel mesurée aux électrodes.

Cette étude a fait ressortir le rôle fondamental que joue dans ces mesures le plus ou moins grand degré de stabilité de l'arc. Dans les arcs longs et peu intenses (pour lesquels la somme des chutes anodique et cathodique a peu d'importance), il semble même que la différence de potentiel lui soit intimément liée, de sorte que toute cause qui tend à diminuer cette stabilité provoque corrélativement une augmentation de la différence de potentiel mesurée.

Pour bien mettre ce fait en lumière, rappelons que les études sur l'arc alternatif au moyen des oscillographes ont montré qu'il faut, à chaque alternance, considérer deux phases : la phase d'allumage et la phase d'extinction de l'arc ; de sorte que, si l'on représente simultanément les courbes de la différence de potentiel en circuit ouvert [ε], de la différence de potentiel aux électrodes [e] et de l'intensité i du courant, on a approximativement la fig. 1.

- - - - = ε différence de potentiel en circuit ouvert.
———— e » » » aux électrodes.
-.-.-. i intensité du courant.

Prenons comme instant zéro le moment où la différence de potentiel [*(f. e. m.)* en circuit ouvert] passe par zéro. Nous voyons que les deux courbes ε et e commencent par se confondre ; la tension va donc ra-

pidement en augmentant jusqu'au moment où elle devient suffisante pour déterminer l'allumage de l'arc par une petite étincelle, jaillissant vraisemblablement entre les électrodes d'autant plus facilement que celles-ci sont portées à une température plus élevée. A partir de cet instant l'arc est allumé : l'intensité du courant augmente alors très rapidement, en même temps que la différence de potentiel e va en diminuant.

En l'absence de données expérimentales directes, nous pouvons admettre que cette différence de potentiel est, à chaque instant, représentée par la formule [1]

$$e = a + bl + \frac{c + dl}{i}$$

[Formule de Mme Ayrton]

[1] Dans un travail récemment publié, M. C.-E. Guye et Mme Zebrikof montrent en effet que la différence de potentiel aux bornes d'un arc à courant continu entre électrodes métalliques peut être exprimée par des formules analogues à celle donnée par Mme Ayrton pour l'arc entre charbons. Il paraît donc naturel, si l'on veut se représenter l'allure générale des phénomènes dans un arc d'intensité variable, de supposer *dans une première approximation* cette différence de potentiel régie à chaque instant par la formule de Mme Ayrton.

La différence de potentiel mesurée se composerait alors de 3 phases.

Depuis l'instant o à l'instant δ (extinction), e correspond approximativement à la *f. e. m.* périodique en circuit ouvert, soit

$$e = \varepsilon_1 \sin(\omega t + \alpha_1) + \varepsilon_2 \sin(2\,\omega t + \alpha_2) + \ldots = \varphi(t)$$

De l'instant δ à l'instant $\frac{\tau}{2} - \delta'$ (allumage).

$$e = a + bl + \frac{c + dl}{i}$$

De l'instant $\frac{\tau}{2} - \delta'$ à l'instant $\frac{\tau}{2}$ (extinction).

$$e = \varepsilon_1 \sin(\omega t + \alpha_1) + \varepsilon_2 \sin(2\,\omega t + \alpha_2) + \ldots\ldots = \varphi(t)$$

dans laquelle $a\ b\ c\ d$ sont des constantes qui dépendent de la nature des électrodes, de la nature et de la pression du milieu gazeux, l la longueur de l'arc et i l'intensité instantanée.

Le courant, après avoir passé par un maximum, diminue ; en même temps, la tension monte aux bornes des électrodes et la self-induction du circuit tend à s'opposer à la variation d'intensité et à prolonger ainsi la période d'allumage.

On conçoit donc aisément que toutes les causes qui tendent à diminuer la durée de la période d'extinction, ont pour effet de rendre moindre l'importance des élévations de potentiel qui se produisent au moment de l'extinction et, par conséquent, de diminuer la différence de potentiel mesurée à l'électromètre, puisque cet instrument nous fournit la valeur

$$E = \sqrt{\int_0^1 e^2 dt}$$

Nous nous sommes donc attachés, dans nos expériences, à réduire autant que possible la période d'extinction ; et le moyen le plus efficace, pour atteindre ce

D'autre part, le voltmètre ou l'électromètre nous donne

$$E = \sqrt{\frac{2}{\tau}\int_0^{\frac{\tau}{2}} e^2 dt} = \sqrt{\frac{2}{\tau}\left[\int_0^{\delta} [\varphi(t)]^2\ dt + \int_{\delta}^{\left(\frac{\tau}{2}-\delta'\right)} \left(a + bl + \frac{c + dl}{i}\right)^2 dt + \int_{\frac{\tau}{2}-\delta'}^{\frac{\tau}{2}} [\varphi(t)]^2 dt\right]}$$

Pour voir si l'expérience correspond à cette interprétation, il faudrait naturellement connaître i en fonction de t, c'est-à-dire la courbe de l'intensité, telle qu'elle est donnée par un oscillographe.

but, est de disposer d'une réserve de tension aussi grande que possible.

Dans nos expériences, la *f. e. m.* en circuit ouvert atteignait, comme on le verra plus loin, environ 20,000 volts efficaces, tandis que la différence de potentiel efficace aux bornes de l'arc n'était que de 500 volts environ.

Dans ces conditions et si l'on se reporte à la fig. 1, les courbes de ε et de e s'élèvent presque verticalement aux environs du point o, et la durée de la période d'extinction devient presque négligeable.

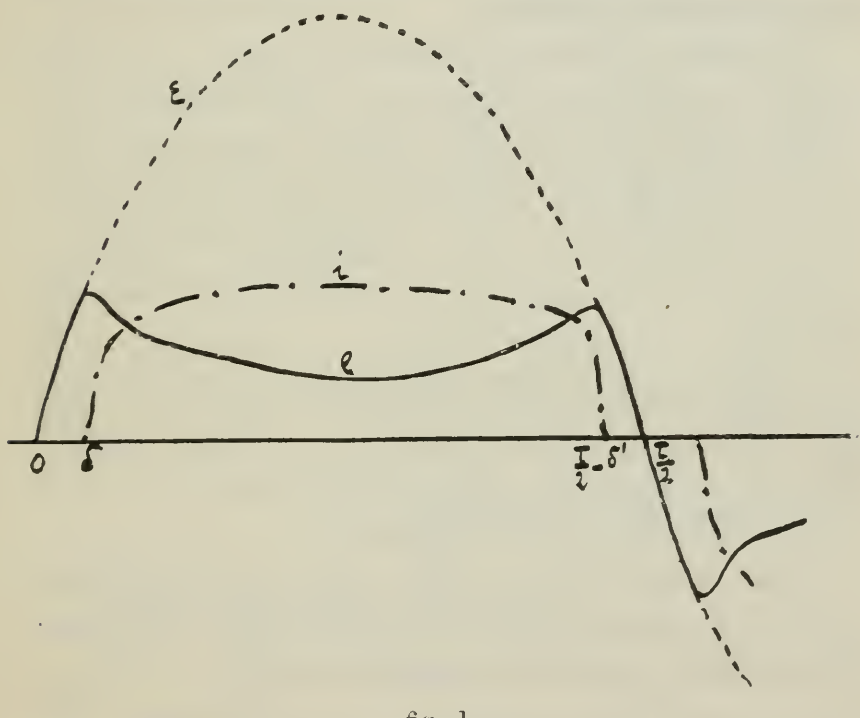


fig. 1.

C'est grâce à ce dispositif que nous avons réalisé des conditions expérimentales plus simples et que le phénomène si complexe de l'arc alternatif de faible intensité a pu être interprété beaucoup plus aisément.

Indépendamment de la réserve disponible de tension, qui constitue le facteur principal pour réduire la durée des extinctions, d'autres facteurs viennent agir, pour prolonger ou raccourcir cette durée, qui se manifeste par une variation de tension. Nous les avons étudiées successivement ; ce sont surtout : la distance des électrodes ; la pression et la composition de l'atmosphère gazeuse ; l'intensité du courant ; le refroidissement plus ou moins facile des électrodes (lequel dépend de leur forme et de la façon de les fixer) ; enfin, dans une certaine mesure, la nature de la substance des électrodes.

L'étude de ces diverses influences nous a permis de faire des séries d'expériences dans des conditions très comparables ; c'est-à-dire à période d'extinction presque négligeable. Ces expériences nous paraissent jeter un jour intéressant sur le mécanisme du fonctionnement de l'arc alternatif en général, et de l'arc de faible intensité et de grande longueur en particulier. Elles nous ont montré combien le phénomène est complexe et combien les données numériques publiées jusqu'ici ont une signification relative dépendant des circonstances particulières des expériences.

Dans l'exposé qui va suivre, nous donnons la description du dispositif que nous avons utilisé, la manière de procéder, et enfin les résultats obtenus.

I. Description du dispositif.

§ 1er.

Le dispositif général de nos expériences est représenté fig. 2. En voici le détail :

Nous avons utilisé le courant alternatif transformé

de la ville de Genève (47-50 périodes par seconde). La transformation était effectuée au moyen d'une bobine d'induction de Carpentier. Un rhéostat à lampes L, intercalé dans le primaire P, permettait un réglage

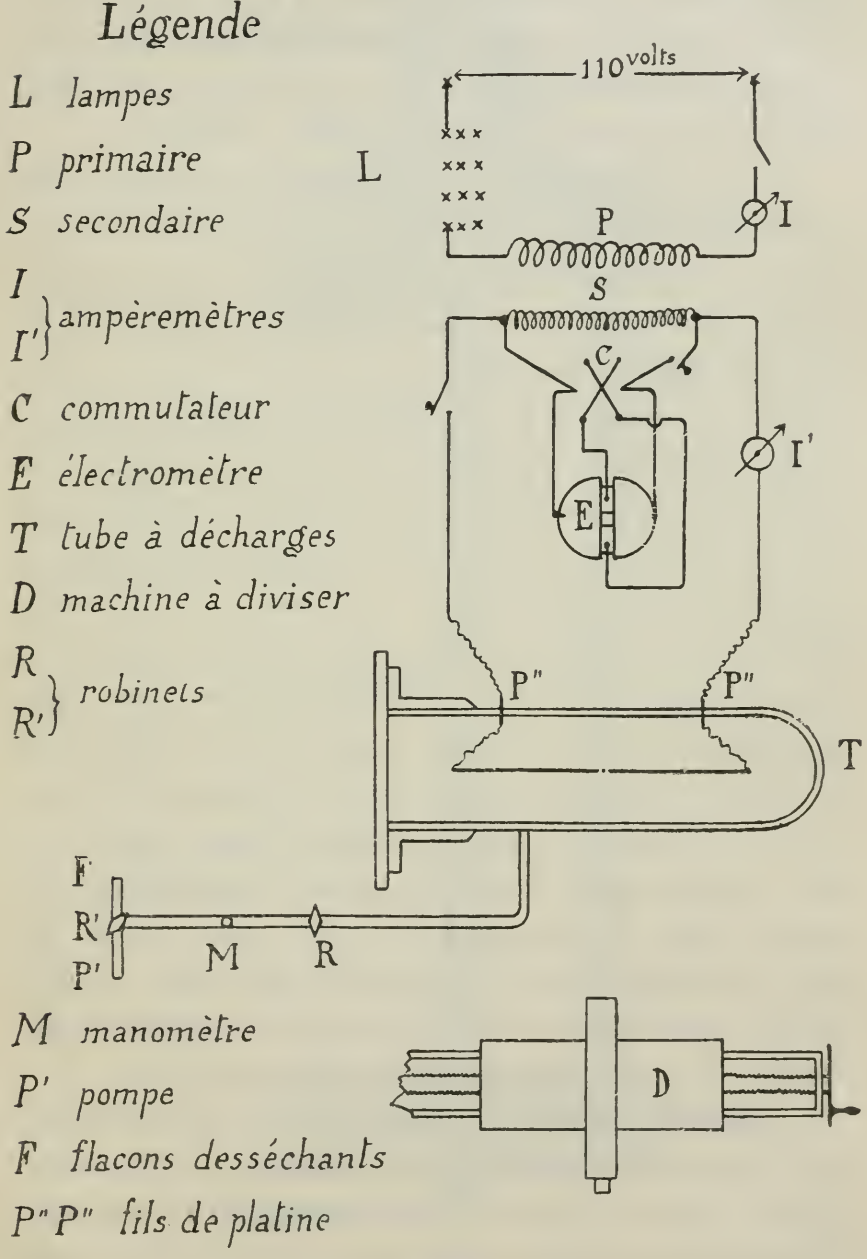


fig. 2.

convenable du courant secondaire, dont l'intensité était mesurée au moyen d'un ampère-mètre thermique I' de Hartmann et Braun (0,2 ampère maximum).

La différence de potentiel aux bornes des électrodes était indiquée par un électromètre E de Blondlot et Curie. Nous dirons plus loin quelques mots de sa graduation. Les déviations étaient observées par la méthode de Poggendorf (miroir, lunette, échelle).

L'arc jaillissait entre des électrodes métalliques. Ces électrodes, de forme cylindrique et terminées par un cône, avaient un diamètre de 5 mm. et une longueur totale de 15 mm. Elles étaient fixées à l'extrémité de tiges de laiton ; la mobilité de l'une de celles-ci, tenue dans un système de deux tubes télescopiques pourvus d'une crémaillère, permettait de régler la distance des électrodes (fig. 3); grâce à une machine à diviser D et à la sensibilité du réglage de l'appareil, cette distance pouvait être déterminée à $^1/_{100}$ de mm. près. Les différentes pièces du porte-électrodes étaient vissées sur deux plaques d'ébonite, rendues solidaires par trois baguettes de verre, dont une seulement est visible sur la figure (3). Deux petits balais récoltaient le courant et l'amenaient aux électrodes. Dans la suite, et afin d'obtenir pour chaque métal une température voisine de celle de son point de fusion, nous avons dû fixer les électrodes sur des lames de mica (fig. 6) ; des ailettes métalliques permettaient alors la dissipation du surplus de la chaleur, empêchant ainsi la fusion.

Le porte-étincelles était placé dans une enceinte fermée T. Elle était constituée par un large tube de verre pourvu d'une tubulure latérale R (fig. 2) et traversé de deux fils de platine P''P'' amenant le courant aux balais des électrodes.

Après plusieurs essais nous nous sommes arrêtés, comme fermeture, à une plaque de verre parfaitement

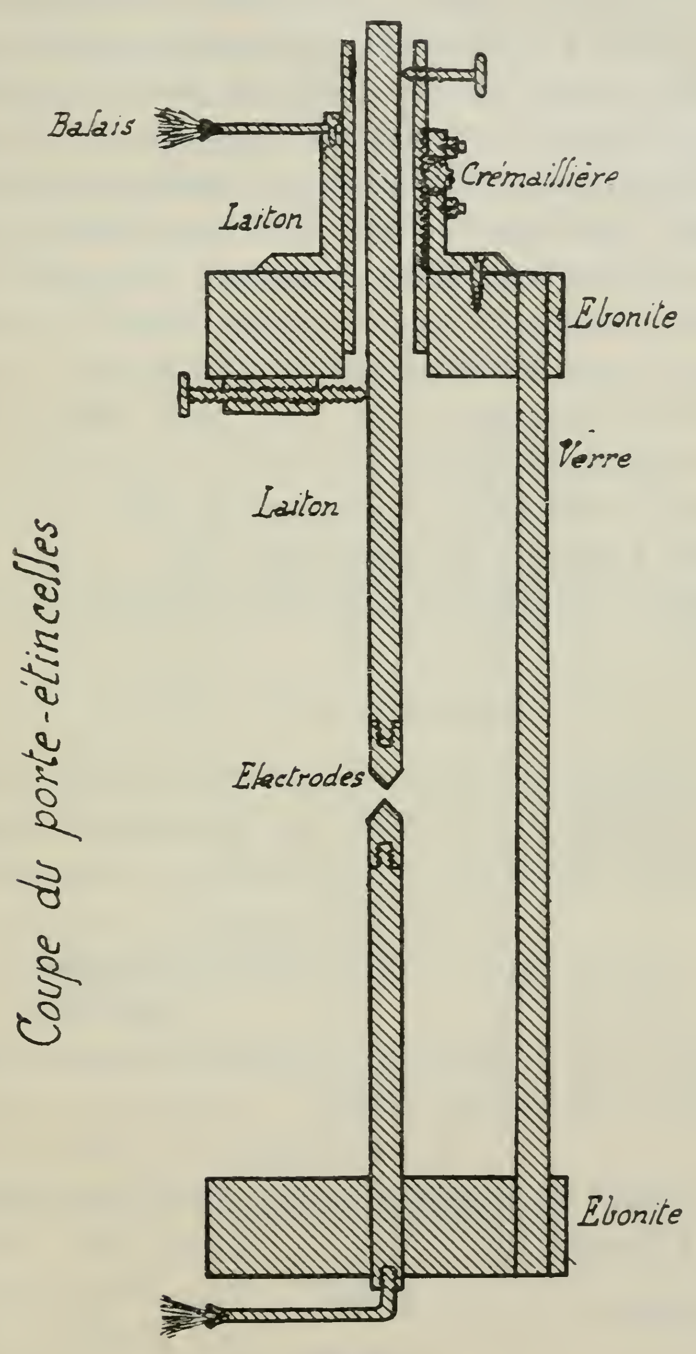


fig. 3.

rodée plane et s'appliquant contre le rebord d'une douille de laiton, mastiquée à l'éprouvette par de la cire à cacheter. Dans ces conditions, la fermeture est excellente. La tubulure était en communication par un robinet à deux voies R', d'une part avec la pompe P', d'autre part avec l'atmosphère extérieure F ; sur cette dernière branche était placée une série de tubes desséchants. Pour faire le vide, nous nous somme servis tout d'abord d'une pompe à mercure, que nous avons ensuite remplacée par une pompe rotative à un seul corps de Bianchi, donnant, dans les meilleures conditions, un vide poussé à 1,5 cm., bien suffisant pour nos expériences. Entre la pompe et l'éprouvette, et séparée de celle-ci par un robinet R, était un manomètre à mercure M ; une règle, fixée sur une crémaillère, permettait la lecture des pressions à $^1/_2$mm. près.

§ 2. *Graduation de l'électromètre.*

L'électromètre dont nous nous sommes servis est du type de Blondlot et Curie. Les déviations de l'équipage mobile sont unies aux potentiels par la relation

$$\alpha = k\,(V_1\text{-}V_2)(V_3\text{-}V_4)$$

V_1 et V_2 = pot. des deux moitiés de l'aiguille.
V_3 et V_4 = » » du plateau.

Mais avec la méthode idiostatique que nous avons utilisée, cette relation devient

$$\alpha = k\,(V_1\text{-}V_2)^2$$

en unissant les 2 moitiés de l'aiguille respectivement aux 2 plateaux, ou

$$\alpha = k\,V^2$$

en posant

$$V_1\text{-}V_2 = V.$$

Nous avons gradué l'électromètre de la façon suivante.

Dans le circuit secondaire d'une bobine fonctionnant comme transformateur, nous avons intercalé sept groupes de lampes disposées en série ; ces groupes avaient des résistances croissantes. L'intensité était maintenue constante. L'électromètre, mis successivement aux bornes de ces 7 groupes, indique 7 déviations différentes. Comme les lampes sont dépourvues de self, on peut écrire

$$\alpha = k\, I^2 R_1^2 \qquad \alpha_2 = k\, I^2 R_2^2 \; \ldots\ldots$$

d'où

$$R_2 = R_1 \sqrt{\frac{\alpha_2}{\alpha_1}} \qquad R_3 = R_1 \sqrt{\frac{\alpha_3}{\alpha_1}} \; \ldots\ldots$$

ce qui fournit les diverses résistances en fonction de l'une d'entre elles, donc immédiatement les valeurs relatives de $V_1, V_2 \ldots\ldots V_7$.

Donnant à R_1 la valeur arbitraire 300 et à k la valeur 1, nous avons déterminé 7 points, donnant l'allure de la courbe de l'électromètre. Cette courbe expérimentale était bien, comme le veut la théorie, une parabole.

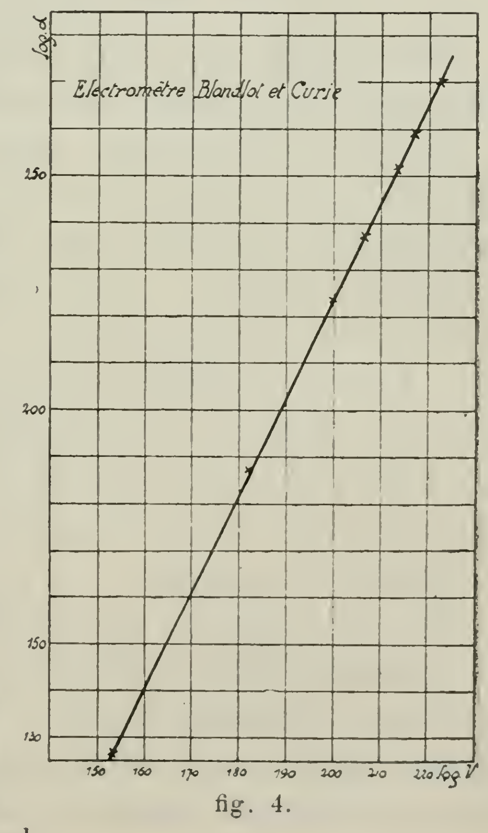


fig. 4.

Pour le démontrer, nous avons construit la courbe (fig. 4), en prenant comme abcisses les log. des potentiels calculés, et comme ordonnées les log. des déviations correspondantes ; la ligne figurative est une droite.

Afin d'obtenir la valeur absolue des potentiels, aux bornes d'une même résistance, nous avons comparé l'électromètre à différents voltmètres thermiques et nous avons obtenu la valeur $k = 0{,}00087407$.

Donc

$$\alpha = 0{,}0008741\ V^2$$

est l'équation de la courbe parabolique de l'électromètre.

§ 3. *Façon de procéder.*

Notre premier soin était d'établir une distance déterminée entre les pointes des électrodes.

Pour cela, les électrodes étant bien centrées, nous placions le porte-étincelles sur la machine à diviser. La mobilité de l'une des électrodes permettait de modifier la distance, jusqu'à ce que la moyenne de 3 mesures successives ait donné la distance voulue à $^1/_{100}$ de mm. près. Alors le tout était porté dans le tube enceinte T, de façon à mettre en contact les balais et les fils de platine traversant la paroi de l'enceinte. Puis nous fermions le tube au moyen de la plaque de verre rodée, convenablement graissée.

Ces deux dernières manipulations sont les seules qui puissent modifier la distance, par le fait de petites secousses communiquées à tout l'appareil. Les ayant donc exécutées, nous placions sur le plateau de la machine à diviser une lunette et refaisions, à travers la

paroi cylindrique de l'éprouvette, la mesure de la distance. Si une différence appréciable de lecture se manifestait, nous ressortions le porte-étincelles pour rétablir la distance exacte sur la machine à diviser.

La précision avec laquelle la distance entre les électrodes est déterminée a sa raison d'être. Nous avons pu nous convaincre en effet, dans les expériences ultérieures, alors que les électrodes étaient fixées sur des plaques de mica, qu'il ne se produisait aucune variation appréciable de la distance, même quand la température des électrodes était très élevée. La distance étant déterminée, nous poussions le vide dans l'appareil aussi loin que le permettait la pompe. Puis, très lentement, nous laissions rentrer l'air dans le tube, en le faisant passer préalablement dans les flacons desséchants. Nous faisions le vide une seconde fois et ne laissions alors rentrer d'air sec que ce qu'il fallait pour obtenir la pression voulue. Nous fermions tous les robinets, isolant le manomètre à la fois de la pompe et de l'éprouvette. Diminuant ainsi le nombre possible des rentrées d'air, nous pouvions, s'il s'en produisait, rapidement trouver le point défectueux.

Après une expérience, si la distance n'avait pas varié (ce que pouvions constater à l'observation par la lunette), on pouvait procéder immédiatement à une seconde. Dans ce cas, nous expulsions du tube tout d'abord les vapeurs jaunes de peroxyde d'azote formé, puis laissions rentrer l'air sec sur lequel nous refaisions le vide, pour rétablir enfin la pression voulue.

Les conditions de distance et de pression étant fixées, nous faisions jaillir l'arc. Le tableau de lampes et l'observation de l'ampèremètre secondaire permet-

taient de donner une intensité déterminée et de la maintenir. Puis nous mettions l'électromètre aux bornes des électrodes. Sa lecture était le plus souvent très aisée, grâce aux conditions de stabilité de l'arc que nous étions arrivés à obtenir. L'équipage mobile, après quelques oscillations rapidement amorties, prenait une position d'équilibre remarquablement stable. La justesse des considérations exposées dans l'introduction sur la stabilité de l'arc, nous a été ainsi maintes fois prouvée ; en effet, il nous a suffi parfois de modifier tant soit peu les données de l'expérience, par exemple la distance, l'intensité ou la température des électrodes, pour qu'aussitôt les oscillations désordonnées de l'équipage mobile de l'électromètre indiquassent l'instabilité de l'arc.

II. Experiences préliminaires.

Nous avons reconnu que la tension aux bornes d'un arc jaillissant entre deux électrodes, dans une enceinte fermée, ne dépend pas seulement de l'intensité, mais aussi des facteurs suivants :

1° La durée de l'expérience, facteur intimément lié à la composition de l'atmosphère dans le tube.

2° La pression dans l'enceinte.

3° La température des électrodes.

4° La bobine et la réserve de tension qu'elle comporte.

Les quelques expériences préliminaires que nous avons faites pour nous rendre compte de l'influence de ces différents facteurs, nous ont aidés à fixer leur importance et, par les simplifications apportées, nous ont

permis d'étudier plus facilement les fonctions qui unissent le potentiel aux cinq variables que nous avons définitivement considérées.

§ 1er. *Influence de la durée.*

MM. C.-E. Guye et B. Monasch ont trouvé dans l'air et l'azote, pour un même métal et une même pression, des voltages différents, plus faibles dans le deuxième cas que dans le premier. Cette différence était alors exclusivement due à la nature de l'atmosphère dans laquelle jaillit l'arc. Il était donc nécessaire de savoir si la variation qui se produit dans la composition de l'atmosphère de l'enceinte (formation de peroxyde d'azote) n'amenait pas un changement de la différence de potentiel. En outre, les électrodes s'oxydent parfois et la présence, à leur surface, d'une couche de nature et de conductibilité différentes, pouvait produire aussi des modifications dans la valeur de la chute de potentiel nécesssaire au maintien de l'arc, ses conditions de stabilité se trouvant par exemple modifiées.

Nous avons expérimenté avec deux métaux, le platine et le magnésium, aussi différents qu'il est possible au point de vue de l'oxydation.

Avec l'un et l'autre de ces métaux, nous avons fait jaillir l'arc dans l'air, sous deux pressions différentes, l'une élevée, l'autre basse.

Pour mettre en évidence l'influence de la durée de l'expérience sur la composition de l'atmosphère du tube, l'arc était interrompu après deux minutes de fonctionnement, deux mesures étant distantes de deux minutes, le tube restant séparé de l'air extérieur.

Voici les résultats :

Expériences avec le platine[1].

I. Pression élevée.......... { H = 62 cm. I = 0,07 amp. d = 4 mm.

1re expérience		....	V = 615 volts.
2e	»	après 2 minutes...	V = 600 »
3e	»	» ..	V = 595 »

II. Pression basse.......... { H = 27,8 cm. I = 0,07 amp. d = 4 mm.

1re expérience		....	V = 512 volts.
2e	»	....	V = 510 »
3e	»	....	V = 511 »
4e	»	....	V = 512 »

Expériences avec le magnésium.

I. Pression élevée.......... { H = 61,9 cm. I = 0,07 amp. d = 4 mm.

1re expérience		....	V = 394 volts.
2e	»	....	V = 411 »
3e	»	....	V = 420 »
4e	»	....	V = 415 »
5e	»	....	V = 420 »

Les pointes s'émoussent et se couvrent d'oxyde.

II. Pression basse.......... { H = 27,6 mc. I = 0,07 amp. d = 4 mm.

[1] Les symboles que nous emploierons dans la suite sont :
H pour la pression.
I » l'intensité du courant.
V » la différence de potentiel.
d » la distance des électrodes.

1re expérience	....	V = 272 volts.
2e »	....	V = 280 »
3e »	....	V = 277 »
4e »	....	V = 272 »
5e »	....	V = 272 »

Les pointes s'émoussent à peine et ont peu d'oxyde.

Les résultats de ces expériences peuvent se résumer comme suit. Avec le platine, qui n'est pas oxydable, la différence de potentiel est pratiquement indépendante de la durée de l'expérience ; on peut donc en conclure que les modifications produites dans la composition de l'atmosphère gazeuse sont insuffisantes pour agir sur la différence de potentiel.

Avec le magnésium, nous avons formation d'oxyde sur les électrodes, aux dépens de l'oxygène de l'air emprisonné ; cette oxydation est surtout marquée dans l'expérience avec pression élevée et l'augmentation du potentiel paraît surtout manifeste au début de l'expérience. L'interprétation qui nous paraît la plus vraisemblable est d'admettre que la présence de l'oxyde a diminué quelque peu la stabilité de l'arc : la quatrième série, où les voltages d'abord plus faibles augmentent ensuite pour diminuer de nouveau, semble à l'appui de cette manière de voir.

§ 2. *Influence de la pression.*

Nos expériences ont porté sur le cuivre, l'argent et le platine.

Les électrodes étaient fixées à l'extrémité de tiges de laiton tenues dans le porte-étincelles.

Electrodes de cuivre.

I = 0,082 amp. d = 4 mm.		I = 0,06 amp. d = 4 mm.		I = 0,048 amp. d = 4 mm.	
H = 73 cm.	V = 518,5	H = 42,5 cm.	V = 536 environ	H = 17,25	V = 455,1
= 62	= 517,4	= 29,5	= 481,9	= 13,5	= 442,3
= 35	= 468,7	= 20,5	= 451,9	= 11,25	= 419,7
= 23	= 439,8	= 15	= 425,2	= 10	= 421,1
= 13,5	= 384,2	= 11,5	= 407,3	= 7,75	= 405,9
= 8	= 329,7	= 7,5	= 384,2	= 6,5	= 399,8
= 6	= 343,3	= 6,5	= 370,5	= 5,3	= 406,9
= 4,5	= 348,3	= 4	= 385,6	= 5,25	= 407,3
= 3	= 354,8	= 2,5	= 393	= = 1,1	410,1
Courbe n° I	Fig. 5	Courbe n° II	Fig. 5	Courbe n° III	Fig. 5

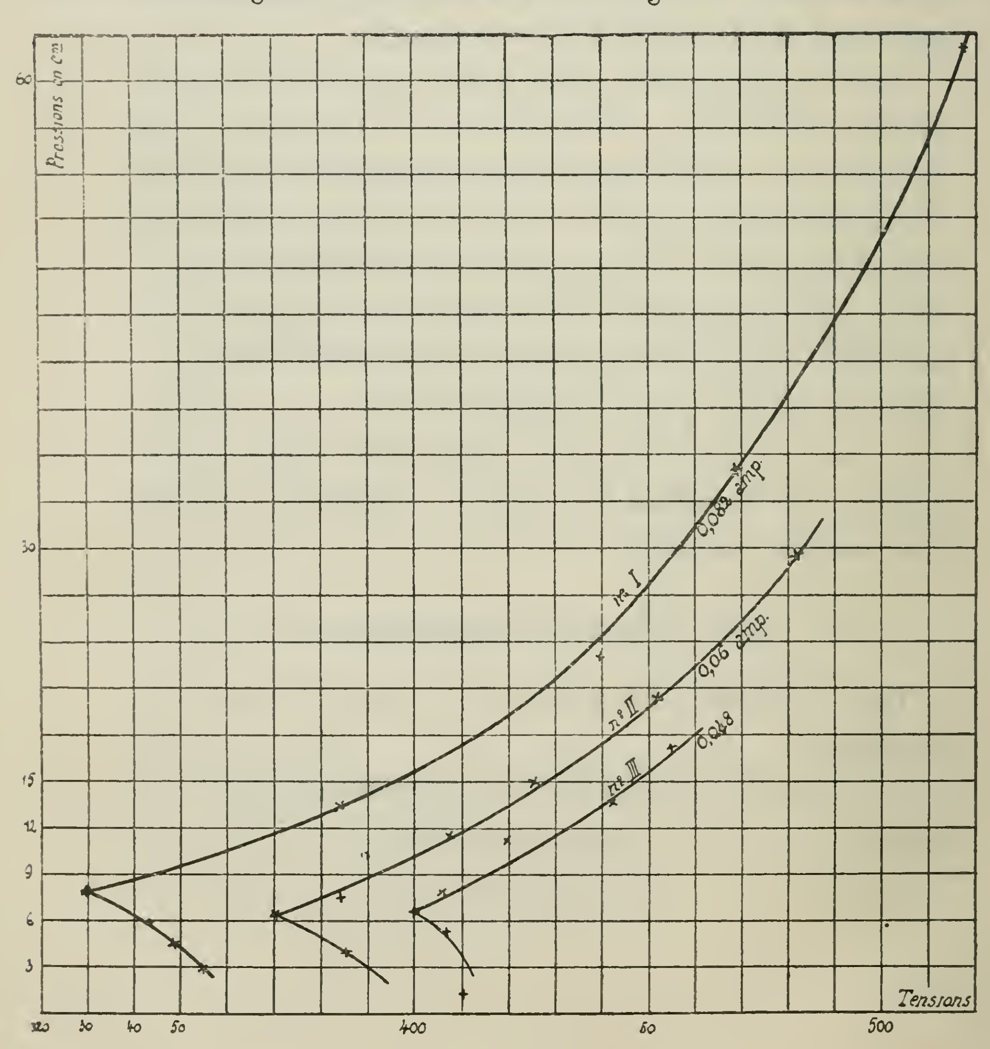


fig. 5.

Pendant ces expériences, les électrodes se couvrent d'oxyde noir.

Il importe de remarquer dès maintenant que les trois courbes obtenues au moyen des données de ces trois séries présentent un point singulier très nettement marqué, correspondant vraisemblablement à un changement dans le régime de la décharge. Nous reviendrons plus loin sur cette question, à l'occcasion d'expériences faites dans de meilleures conditions.

Electrodes d'argent.

I = 0,082 amp. d = 3 mm.		I = 0,082 d = 3 mm.	
H = 18,5 cm.	V = 446	H = 2,4 cm.	V = 480 au moins
= 15,1	= 440	= 4	= 431
= 12,7	= 433	= 6,7	= 417
= 10,5	= 427	= 9,1	= 422
= 7	= 403	= 12,2	= 429
= 3,2	= 408	= 15,5	= 440
		= 19	= 447

Fig. 5bis.

Ces deux séries d'expériences comportent donc même intensité et même distance. Mais dans l'une (la première), les déterminations sont prises dans l'ordre des pressions décroissantes, tandis que dans la seconde les pressions allaient en croissant d'une détermination à la suivante. Les deux courbes figuratives se superposent assez bien, sauf au voisinage du point singulier, dont nous constatons la présence avec l'argent comme avec le cuivre.

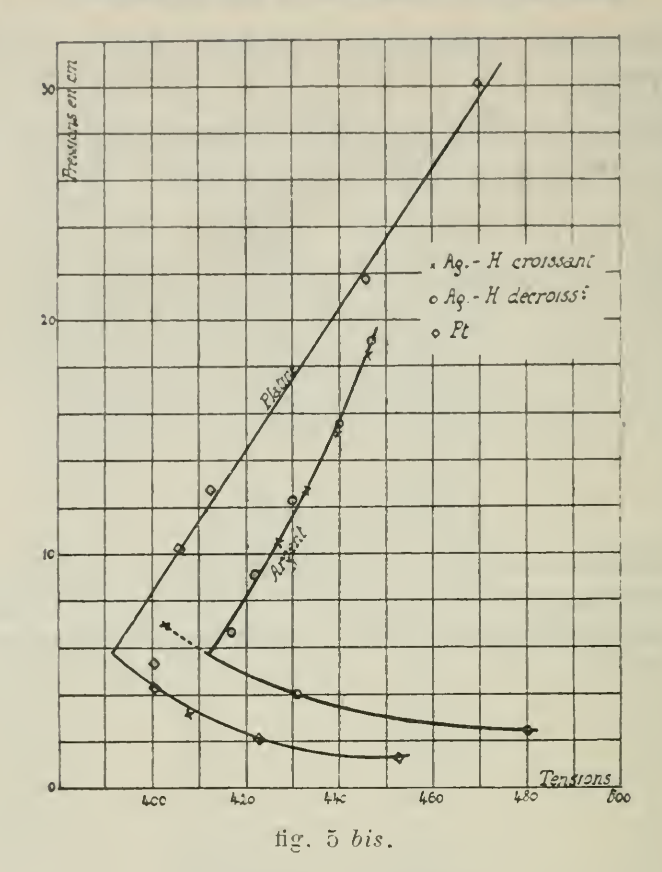


fig. 5 *bis*.

Electrodes de platine.

I = 0,0825	*d* = 3,05 mm.
H = 49,2 cm.	V = 527
= 30	= 470
= 21,7	= 446
= 12,7	= 413
= 10,2	= 406
= 5,3	= 401
= 4,3	= 401
= 2,1	= 423
= 1,3	= 453

Fig. 5bis.

Nous observons aussi avec le platine le point singulier que présentent les expériences faites avec le cuivre et l'argent, et ce point, difficile à déterminer, se pro-

duit, on le voit, pour les différents métaux, à des pressions sinon égales, du moins voisines. Il nous paraît qu'au moment où la courbe présente son point de rebroussement, l'arc lui-même se transforme. Pour des pressions suffisamment élevées, il y a toujours entre les deux électrodes, sinon le trait brillant de l'arc, du moins une lueur continue et homogène, allant d'une électrode à l'autre. Pour les pressions de plus en plus basses, c'est-à-dire au voisinage et après le point singulier, nous avons constaté dans la lueur une rupture, une scission, la partageant en deux demi-arcs tenant à chacune des électrodes. Ainsi donc, mieux que par la vue, la modification qui se produit dans l'arc est décelée par une augmentation du potentiel aux bornes.

(A suivre.)

Genève. Laboratoire de physique de l'Université.

SUR

L'ACIDE OXY-4-DINITRO-3-5-BENZOIQUE

PAR

Frédéric REVERDIN

L'*acide oxy-4-dinitro-3-5-benzoïque* $C^6H^2(COOH)(NO^2)(NO^2)OH$ a été préparé par Salkowski[1], ainsi que plus tard par Jackson et Ittner[2] en partant de l'acide chrysanisique ou amino-4-dinitro-3-5-benzoïque ; mais Barth[3] s'était occupé auparavant de la nitration de l'acide p-oxybenzoïque et de son éther éthylique, il en avait décrit, quoique superficiellement, des dérivés nitrés.

Salkowski, après avoir répété l'expérience de Barth, a émis des doutes sur l'identité de son acide dinitré et de celui de cet auteur, en sorte qu'on lit dans le *Handbuch der org. Chemie* de Beilstein, 3[me] édition, p. 1539, ligne 5 en haut, après la description de l'acide oxy-4-dinitro-3-5-benzoïque et de ses dérivés, que « *l'acide obtenu par nitration directe de l'acide p-oxybenzoïque doit être différent* (?) *de l'acide ci-dessus* ».

[1] *Ann. der Chemie*, t. 163, 1872, p. 50.
[2] *Amer. Journal*, t. 19, 1897, p. 18.
[3] *Zeitsch. für Chemie*, 1866, p. 647.

Ayant eu à m'occuper de l'acide dinitré en question, il m'a paru utile, pour supprimer le doute émis au sujet du dérivé obtenu par nitration directe, de répéter le travail de Barth.

En dissolvant, comme l'indique cet auteur, l'acide p-oxybenzoïque dans l'acide nitrique de D = 1.4 en excès (soit pour 3 grammes d'acide p-oxybenzoïque 25 cc. d'acide nitrique), chauffé modérément au bain-marie, on remarque qu'il y a déjà vers 30-40° et à chaque introduction, un léger dégagement de gaz (CO^2) et qu'il faut chauffer jusque vers 75° pour obtenir une dissolution complète. La solution abandonnée pendant quelques heures laisse déposer un produit constitué par un mélange qui commence à se ramollir, après une cristallisation dans l'alcool, vers 120° pour fondre complètement à une température beaucoup plus élevée. En traitant ce mélange par le benzène bouillant, on peut facilement le séparer en trois composés connus et qui ont été identifiés, soit : l'*acide oxy-4-dinitro-3-5-benzoïque* qui se forme principalement et qui est insoluble dans le benzène chaud, l'*acide oxy-4-mono-nitro-3-benzoïque*, qui se forme en petite quantité seulement et se dépose de la solution benzénique par le refroidissement et enfin le *dinitro-2-4-phénol*, que l'on retrouve en plus grande quantité après avoir distillé le benzène.

En répétant la nitration directe de l'acide p-oxybenzoïque d'après les indications de Barth, Salkowski avait obtenu, mais en trop petite quantité pour pouvoir l'analyser, un produit de F. 140° donnant un éther éthylique de F. 58°, tandis que l'acide oxy-4-dinitro-3-5-benzoïque fond à 245° et son éther à 87° ; c'est

cette observation qui a donné lieu au (?) du Handbuch de Beilstein, mais d'après l'expérience dont je viens de rendre compte, il est probable que Barth, ainsi que Salkowski, ont eu entre les mains un mélange, ce qui explique le F. très bas trouvé par ce dernier auteur; il faut ajouter qu'à l'époque à laquelle ces travaux ont été faits, l'acide p-oxybenzoïque était un produit moins accessible qu'aujourd'hui et peut-être moins pur. L'acide dinitré qui se forme par nitration directe de l'acide p-oxybenzoïque n'est donc pas différent de celui qui avait été préparé en partant de l'acide chrysanisique et la phrase du Handbuch de Beilstein doit être corrigée.

Il était du reste à prévoir que c'est bien l'acide dinitré de la constitution indiquée ci-dessus qui devait prendre naissance par nitration directe, car Griess[1] avait déjà obtenu par l'action de l'acide nitrique étendu sur l'acide p-oxybenzoïque l'*acide oxy-4-mononitro-3-benzoïque*, F. 185° et Thieme[2], en nitrant l'éther éthylique, avait préparé l'*éther mononitré* correspondant, F. 69° qui, par nitration subséquente, lui avait fourni l'*éther éthylique* de l'*acide oxy-4-dinitro-3-5-benzoïque* F. 87° $C^6H^2.COOC^2H^5.NO^2.NO^2.OH$.

J'ai constaté moi-même que l'on obtient directement ce dernier en nitrant l'éther éthylique de l'acide oxybenzoïque avec de l'acide nitrique de $D = 1.52$ entre $+10°$ et $+20°$.

Le *dérivé dinitré de l'éther méthylique* qui se forme

[1] *Deutsche Chem. Ges.*, t. 20, 1887, p. 408.
[2] *Journ. f. prak. Chemie* (2), t. 43, 1891, p. 453.

dans les mêmes conditions et qui, à ma connaissance, n'a pas été décrit, est en aiguilles prismatiques complètement blanches F. 115-116° ; il est facilement saponifié par ébullition avec une solution de carbonate de soude pour donner l'acide dinitré correspondant.

Les éthers méthylique et éthylique de l'acide p-oxybenzoïque qui ont été utilisés pour ces recherches ont été préparés en chauffant au bain-marie, pendant 1 à 2 heures, cet acide avec un léger excès des alcools correspondants et la quantité théorique d'acide sulfurique ; ils se forment dans ces conditions avec le rendement presque théorique.

Pour ce qui concerne l'acide oxy-4-dinitro-3-5-benzoïque lui-même, j'ajouterai qu'on l'obtient avec un rendement de 80 °/₀ de la théorie en dissolvant l'acide p-oxybenzoïque dans 5 parties en volume d'acide sulfurique conc. et en introduisant dans cette solution maintenue dans de la glace 5 parties d'un mélange à 50 °/₀ d'acide nitrique de D = 1.52 et d'acide sulfurique conc.; la température monte à 70° environ et la réaction est accompagnée d'un léger dégagement gazeux (CO^2).

Le *dérivé diaminé correspondant* $C^6H^2.COOH.NH^2.NH^2.OH$ préparé par réduction avec l'étain et l'acide chlorhydrique ou avec l'hydrosulfite de soude est en paillettes brunes, F. 205°, facilement oxydables.

0,1501 gr. subst. ont donné 22,2 cc. N (18°; 726 mm.).

Calculé pour $C^7H^8O^3N^2$	N = 16.66 °/₀.
Trouvé.	N = 16.22.

La solution chlorhydrique de ce composé est colorée

en brun par addition de perchlorure de fer ou de bichromate de potasse ; son *chlorhydrate* est en jolies aiguilles blanches qui fondent en se décomposant vers 260° et qui sont très facilement solubles dans l'eau ; son *sulfate*, moins facilement soluble, est aussi en belles aiguilles blanches, prismatiques.

Genève. Laboratoire de Chimie organique de l'Université.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

PENDANT LES MOIS DE

Décembre 1907, janvier et février 1908.

(HIVER 1908)

OBSERVATIONS DIVERSES

Décembre 1907.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : les 6 et 29 à Savatan; les 6, 8 et 26 à Dailly; les 6, 7, 11, 27 et 29 à l'Aiguille.

Neige sur le sol : les 7 et 14 à Lavey; le 7, du 14 au 24 et le 29 à Savatan; du 4 au 7 et du 13 au 31 à Dailly; du 4 au 31 à l'Aiguille.

Janvier 1908.

Brouillard. — I. *Brouillard pendant une partie de la journée* : les 18 et 23 à Lavey; les 2, 19, 20 et 23 à Savatan; les 1, 11 et 29 à Dailly; le 10 l'Aiguille. — II. *Brouillard pendant tout le jour* : le 2 à Dailly et à l'Aiguille.

Neige sur le sol : du 9 au 27 à Lavey; du 8 au 31 à Savatan; du 1 au 22 et du 29 au 31 à Dailly; tout le mois à l'Aiguille.

Février 1908.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : les 16, 24 et 25 à l'Aiguille.

Neige sur le sol : du 1 au 10, du 24 au 26 et le 29 à Lavey; tout le mois à Savatan; du 1 au 11 et du 17 au 29 à Dailly; tout le mois à l'Aiguille.

MOIS DE DÉCEMBRE 1907

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	707.4	659.8	+ 2.2	+ **5.6**	83	45	6	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
2	706.2	658.9	6.5	5.5	71	66	10	5	8	....	....	....	....	....	....	....	....
3	697.6	651.1	4.9	+ 2.3	73	75	9	9	10	10.2	....	9.0	....	13.4	7	8.7	10
4	700.2	652.7	0.8	- 1.3	74	65	0	0	1	....	....	....	....	....	....	....	....
5	697.0	649.8	4.2	+ 4.4	47	71	10	8	10	3.2	....	3.5	....	3.2	....	2.4	....
6	694.4	648.1	3.8	+ 0.9	93	100	10	10	10	20.1	....	19.4	1	29.4	11	**25.6**	17
7	703.1	655.1	1.3	- 1.6	81	99	3	7	4	0.6	...	2.0	....	3.2	....	0.4	....
8	699.3	652.5	0.9	+ 2.9	100	98	10	10	10	**24.2**	....	**32.5**	....	**30.0**	....	23.2	....
9	702.9	653.8	**6.7**	3.7	65	60	9	6	7	1.5	....	1.2	....	1.2	....	1.0	....
10	701.9	654.9	5.5	4.2	65	65	7	6	5	0.2	....	....	....	0.2	....	0.2	....
11	702.4	655.6	4.9	3.2	81	77	5	7	8	0.7	....	0.1	....	0.2	....	0.2	....
12	696.6	650.2	4.7	+ 1.1	59	63	7	7	7	5.4	....	2.7	....	5.6	6	6.3	6
13	697.5	650.4	2.7	- 1.2	82	86	5	5	5	0.9	....	3.2	3	0.7	1	0.9	1
14	**689.3**	**643.8**	3.3	- 0.3	62	80	9	9	10	14.9	....	14.3	....	18.1	**24**	19.0	**25**
15	700.5	652.1	+ 1.1	- 2.2	84	93	10	10	10	6.0	....	5.5	**5**	10.4	11	13.2	16
16	710.1	661.8	- 0.9	- **3.4**	71	78	0	0	0	....	....	....	....	....	...	....	....
17	**714.4**	**666.0**	- **1.5**	- 1.1	47	27	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
18	713.9	665.7	+ 0.3	+ 1.7	48	**24**	0	0	0	.. .	....	.. .	....	....	....	....	....
19	710.5	663.2	1.6	1.4	**43**	42	0	0	0	....	....	....	....	.. .	....	....	....
20	708.7	660.9	2.4	2.9	50	36	0	0	3	....	....	....	....	....	....	....	....
21	708.6	660.7	3.8	3.3	50	38	5	4	3	....	....	....	....	....	....	....	....
22	709.0	661.7	4.9	4.3	51	50	2	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
23	711.2	663.6	4.9	4.5	54	47	6	1	3	....	....	....	....	....	....	....	....
24	710.4	663.9	4.3	4.1	51	49	1	3	3	....	....	....	....	....	....	....	....
25	704.3	657.0	+ 2.0	+ 0.6	63	58	5	4	5	....	....	....	....	....	....	....	....
26	698.0	651.1	- 0.3	- 1.2	82	75	9	9	9	4.4	....	1.2	....	2.0	5	1.4	5
27	693.4	647.2	+ 2.3	+ 0.3	84	74	9	8	5	....	....	....	....	....	....	....	....
28	691.7	645.1	0.5	+ 1.8	100	58	10	10	8	4.0	....	3.4	4	3.9	7	2.1	7
29	698.1	650.8	0.8	- 0.6	100	100	10	10	10	1.2	....	3.6	....	3.3	4	1.9	6
30	700.3	652.9	+ 2.4	- 1.2	67	79	4	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
31	697.6	651.1	- 0.3	- 0.7	65	39	5	3	9	....	....	....	....	....	....	....	....
Mois	702.47	655.21	+ 2.60	+ 1.42	69	65	5.6	5.0	5.3	97.5	....	101.6	13	124.8	76	106.5	93

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1907

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1re décade...	701.45	700.62	700.91	700.99	654.10	653.13	653.76	653.66
2me » ...	704.20	704.06	704.89	704.38	656.67	656.75	657.52	656.98
3me » ...	702.47	701.90	701.82	702.06	655.21	655.05	654.73	655.00
Mois..	702.70	702.18	702.52	702.47	655.32	654.98	655.32	655.21

Température.

	Savatan					
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. moyen	Maxim. moyen
	o	o	o	o	o	o
1re décade...	+ 2.86	+ 4.68	+ 3.48	+ 3.67	+ 1.0	+ 6.2
2me » ...	0.56	3.56	1.46	1.86	- 0.9	4.1
3me » ...	1.53	3.33	2.04	2.30	+ 0.2	4.3
Mois..	+ 1.65	+ 3.84	+ 2.30	+ 2.60	+ 0.1	+ 4.9

	Dailly					
1re décade...	+ 1.22	+ 3.94	+ 2.82	+ 2.66	- 2.6	+ 5.8
2me » ...	- 0.70	1.84	- 0.53	0.20	- 3.6	2.8
3me » ...	+ 0.65	2.64	+ 0.86	1.38	- 0.7	3.4
Mois..	+ 0.40	+ 2.80	+ 1.05	+ 1.42	- 2.2	+ 4.0

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	78	71	77	75	75	74	74	74
2me » ...	70	55	63	63	68	49	64	61
3me » ...	68	65	76	70	64	54	64	61
Mois..	72	63	72	69	69	59	67	65

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	7.3	7.2	7.7	7.4	7.2	6.3	5.3	6.2	7.9	6.4	5.0	6.4
2me » ...	4.0	3.3	3.4	3.6	4.1	3.7	3.8	3.9	4.1	4.7	4.1	4.3
3me » ...	5.8	6.3	5.6	5.9	4.4	5.7	4.9	5.0	5.5	6.0	4.0	5.2
Mois..	5.7	5.6	5.6	5.6	5.2	5.3	4.7	5.0	5.8	5.7	4.4	5.3

MOIS DE JANVIER 1908

Jours du mois.	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
										Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	699.8	651.4	+ 0.1	- 1.0	92	67	10	10	8	0.4	....	....	....	....	....	....	....
2	702.7	654.4	- 1.3	- 3.2	100	100	10	10	10	0.4	....	....	....	....	....	....	....
3	703.2	655.1	- 4.1	- 4.0	98	43	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
4	705.5	656.4	- 5.2	- 3.7	81	34	3	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
5	710.5	661.0	- 6.3	- 2.4	94	27	2	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
6	711.5	662.0	- 5.3	- 3.3	65	29	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
7	703.8	656.9	- 0.6	+ 1.2	**38**	25	7	5	8	....	....	....	....	....	....	....	....
8	693.0	647.1	+ 1.2	- 0.2	63	51	10	10	9	4.0	1	4.2	2	3.4	3	4.3	5
9	**692.4**	**645.1**	- 0.1	- 2.5	85	88	10	10	10	6.0	2	7.9	**11**	8.1	**11**	5.9	12
10	699.7	651.4	- 2.5	- 5.3	98	100	10	10	10	1.5	**3**	2.6	7	6.6	6	3.8	**13**
11	709.7	660.0	- 7.1	- **7.9**	88	90	3	5	3	....	....	....	....	....	....	....	....
12	711.1	662.3	- **8.3**	- 4.2	80	32	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
13	711.6	662.5	- 6.3	+ 0.7	81	24	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
14	713.1	665.3	- 4.3	3.3	64	**21**	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
15	713.2	665.5	- 2.1	3.5	57	22	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
16	712.4	664.9	- 1.8	3.1	47	**21**	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
17	712.3	665.1	+ 1.3	5.6	56	23	3	5	6	....	....	....	....	....	....	....	....
18	711.5	664.8	+ 1.3	**6.6**	66	27	7	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
19	710.0	662.6	- 1.8	5.8	94	39	9	7	0	....	....	....	....	....	....	....	....
20	710.7	662.9	- 2.9	+ 0.3	100	80	10	5	4	....	....	....	....	....	....	....	....
21	713.8	665.5	- 1.6	- 0.9	96	85	6	4	0	....	....	....	....	....	....	....	....
22	**714.9**	666.9	- 1.3	+ 2.7	83	36	2	3	0	....	....	....	....	....	....	....	....
23	712.7	664.9	- 3.3	2.6	99	36	10	10	0	....	....	....	....	....	....	....	....
24	713.5	665.8	- 3.1	4.7	93	28	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
25	713.9	666.3	- 1.3	3.9	67	27	10	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
26	714.7	**667.0**	- 1.1	2.6	68	30	7	4	2	....	....	....	....	....	....	....	....
27	710.9	663.4	+ 1.8	4.9	77	74	10	9	10	**9.5**	....	**9.0**	....	**10.2**	....	**10.3**	....
28	701.6	655.8	**3.5**	+ 5.3	91	56	10	6	5	5.1	....	4.6	3	5.2	3	4.9	5
29	696.3	649.7	0.6	- 1.9	88	77	9	4	9	0.5	....	0.8	1	0.6	1	0.4	1
30	701.9	654.3	+ 0.6	- 4.5	79	100	4	4	6	....	....	....	....	....	....	....	....
31	703.8	655.5	- 3.1	- 5.0	63	70	1	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
Mois	707.61	659.74	- 2.08	+ 0.22	79	50	5.3	4.0	3.3	27.4	6	29.1	24	34.1	24	29.6	36

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1908

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1re décade...	701.83	702.01	702.82	702.22	653.84	654.06	654.34	654 08
2me » ...	711.42	711.36	711.92	711.57	663.48	663.43	663.85	663.59
3me » ...	709.39	708.79	708.53	708.90	661.70	661.35	661.10	661.38
Mois..	707.60	707.44	707.78	707.61	659.73	659.67	659.81	659.74

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. moyen	Maxim. moyen
	Savatan					
	o	o	o	o	o	o
1re décade...	- 2.98	- 1.32	- 2.96	- 2.42	- 4.3	- 0.4
2me » ...	- 3.88	- 2.54	- 3.15	- 3.19	- 5.4	- 0.1
3me » ...	- 1.91	+ 0.13	- 0.49	- 0.76	- 3.2	+ 1.8
Mois..	- 2.89	- 1.20	- 2.15	- 2.08	- 4.3	+ 0.5
	Dailly					
1re décade...	- 2.88	- 0.95	- 3.47	- 2.43	- 6.5	0 0
2me » ...	+ 0.26	+ 3.68	+ 1.10	+ 1.68	- 2.9	+ 5.1
3me » ...	+ 0.02	+ 2.94	+ 0.96	+ 1 31	- 3.2	+ 4.0
Mois..	- 0.84	+ 1.92	- 0.42	+ 0.22	- 4.2	+ 3.1

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	79	80	85	81	56	51	62	56
2me » ...	72	72	75	73	40	33	41	38
3me » ...	86	76	85	82	59	55	54	56
Mois..	79	76	82	79	52	47	52	50

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	6.0	6.1	6.5	6.2	5.8	5.4	5.1	5.4	5.8	5.4	5.2	5.5
2me » ...	4.0	2.6	3.3	3.3	1.7	2.0	3.0	2.2	1.9	0.9	1.1	1.3
3me » ...	6.4	6.3	6.3	6.3	4.7	4.4	3.8	4.3	3.6	3.1	2.2	3.0
Mois..	5.5	5.0	5.4	5.3	4.1	3.9	4.0	4.0	3.8	3.1	2.8	3.3

MOIS DE FÉVRIER 1908

Jours du mois.	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	0	0	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	699.6	652.5	- 2.2	- 4.6	82	89	9	10	10	5.5	8	7.1	9	10.1	11	10.2	11
2	701.7	653.2	- 3.4	- 7.5	73	100	6	9	10	....	....	....	....	2.6	4	2.6	4
3	703.7	654.7	- **7.4**	**-10.3**	59	85	0	0	1	....	....	....	....	....	....	....	....
4	703.4	655.0	- 7.3	- 9.8	58	72	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
5	709.4	660.7	- 4.9	- 6.3	57	68	0	1	3	....	....	....	....	....	....	....	....
6	716.2	656.9	- 5.3	- 6.0	73	76	3	5	5	....	....	....	....	....	....	....	....
7	**717.0**	**668.5**	- 1.8	+ 1.7	59	30	0	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
8	713.6	665.6	+ 0.5	+ 2.3	54	41	0	0	0	....	....	....	....	....	...	....	....
9	711.6	363.1	+ 0.2	- 1.2	83	77	5	5	2	....	....	....	....	....	....	....	....
10	711.8	663.8	- 0.1	- 2.3	63	86	1	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
11	714.9	667.2	- 1.7	- 0.2	68	55	0	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
12	714.9	667.6	+ 1.4	+ 4.0	50	29	0	1	1	....	....	....	....	....	....	. . ..	....
13	711.5	664.5	2.9	**7.0**	**48**	**24**	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
14	712.0	664.3	3.5	3.3	52	48	4	3	2	....	....	....	....	....	....	....	....
15	714.3	666.3	3.4	+ 1.4	65	83	1	7	8	....	....	....	....	....	....	...	....
16	710.6	662.2	1.5	- 0.8	75	74	10	10	9	1.1	....	1.8	. ..	4.4	2	3.1	3
17	707.0	659.2	0.4	+ 1.1	69	50	10	10	10	8.0	....	7.6	....	4.6	2	4.3	6
18	700.7	654.5	3.7	+ 2.1	88	76	10	10	10	8 4	....	8.6	....	10.4	7	9.7	12
19	700.4	653.8	1.9	- 1.4	91	96	10	10	10	6.2	....	6.9	5	12.5	7	7.6	11
20	704.8	657.3	1.1	- 0.8	100	92	7	8	8	5.0	....	3.6	....	5.1	5	3.7	7
21	707.0	660.1	3.6	+ 0.6	76	99	10	10	9	0.3	....	....	....	0.2	....	0.1	....
22	706.7	660.1	4.9	2.4	74	80	10	8	8	....	....	....	....	0.1	....	....	....
23	703.3	657.1	**5.6**	+ 3.0	75	69	9	9	10	16.1	....	**16.0**	....	14.7	....	13.4	4
24	697.4	651.0	+ 1.2	- 1.5	90	81	10	10	10	7 5	6	8.6	6	12.7	6	9.8	14
25	698.0	650.8	- 1.1	- 3.2	100	98	10	10	10	17.0	**8**	15.5	**26**	**21.3**	**23**	**16.3**	**21**
26	702.8	654.9	- 0.7	- 3.2	98	98	9	10	10	2.0	....	2.5	1	5.4	6	4.7	9
27	703.2	656.1	+ 0.2	- 1.2	70	70	8	9	8	....	....	...	....	0.7	1	0.6	1
28	696.6	650.6	+ 2.2	- 0.1	79	80	9	10	9	**17**.5	6	15.6	19	17.9	12	14.7	18
29	**690.4**	**643.4**	- 1.0	- 4.0	80	77	5	6	6	0.3	...	2.0	3	5.7	4	4.1	7
MOIS	706.36	658.79	+ 0.04	- 1.23	73	73	5.4	5.9	5.9	94.9	28	95.8	69	128.4	90	104.9	128

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1908

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1re décade...	708.65	708.46	709.34	708.82	659.98	660.36	660.87	660.40
2me » ...	709.09	708.97	709.24	709.10	661.63	661.65	661.78	661.69
3me » ...	700.57	700.75	700.47	700.60	654.05	653.89	653.44	653.79
Mois..	706.30	706.24	706.55	706.36	658.71	658.79	658.88	658.79

Température.

	Savatan					
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. moyen	Maxim. moyen
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	− 5.08	− 1.24	− 3.16	− 3.16	− 5.6	− 0.2
2me » ...	+ 0.20	+ 2.86	+ 2.36	+ 1.81	− 0.8	+ 4.6
3me » ...	+ 0.91	+ 3.02	+ 1.00	+ 1.65	− 0.3	+ 4.8
Mois..	− 1.40	+ 1.50	+ 0.03	+ 0.04	− 2.3	+ 3.0
	Dailly					
1re décade..	− 5.94	− 2.17	− 5.05	− 4.39	− 8.8	− 1.0
2me » ...	+ 0.15	+ 3.35	+ 1.15	+ 1.55	− 2.7	+ 4.8
3me » ...	− 0.96	+ 0.50	− 1.91	− 0.79	− 4.2	+ 2.2
Mois..	− 2.30	+ 0.56	− 1.94	− 1.23	− 5.3	+ 2.0

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	68	63	67	66	73	65	79	72
2me » ...	71	69	72	71	61	58	70	63
3me » ...	87	77	83	82	87	76	87	84
Mois..	75	69	73	73	73	66	79	73

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	4.0	1.6	1.5	2.4	4.2	2.3	3.3	3.3	3.5	2.5	3.8	3.3
2me » ...	6.0	5.6	4.2	5.3	5.7	6.6	5.2	5 8	6.0	5.8	5.3	5.7
3me » ...	9.9	8.6	8.2	8.9	9.8	8.8	8.4	9.0	9.7	8.8	8.4	9.0
Mois..	6.5	5.1	4.5	5.4	6.4	5.8	5.6	5.9	6.3	5.6	5.8	5.9

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 5 mars.

F.-A. Forel. Planches peintes pour l'ouvrage de Jurine sur les poissons du lac Léman. — Bugnion. Les glandes cirières des insectes. — L. Duparc et ses élèves. Oxydation des sulfites à l'air. — Duparc. Roches du Joubrechkine Kamen. — F.-A. Forel. Action des variations météorologiques sur la grandeur des glaciers.

M. F.-A. Forel présente cinq planches peintes représentant six espèces de poissons du lac Léman et qui ont dû être exécutées sous la direction du professeur Louis Jurine (voir ci-dessus, pp. 405-406).

M. E. Bugnion fait une communication sur les *Glandes cirières de Flata (Phromnia) marginella,* Fulgorelle portelaine des Indes et de Ceylan.

La propriété de sécréter des flocons de cire se rencontre, comme on sait, chez plusieurs Homoptères. La Psylle de l'aulne, le Puceron lanigère du pommier, le *Chermes* de l'orme, la *Dorthesia* de l'ortie, sont, parmi les espèces européennes, des insectes connus de tous. C'est toutefois chez les larves de certaines Fulgorelles exotiques, appartenant à la famille des Flatides, que la faculté de former des « panaches » de cire atteint son plus haut degré. Le produit commercial vendu sous le nom de « cire blanche de Chine » n'est autre, d'après Busmeister, que la substance sécrétée par *Flata pallida* Ol. *(nigricornis*

Fab., *limbata* Donova La larve, qui est chargée de la matière cotonneuse, vit sur une Euphorbiacée, la Stillingia ou Croton setifera. La cire restant attachée aux feuilles (avec les dépouilles larvaires) après l'éclosion de l'insecte parfait, il suffit pour l'obtenir de récolter celles-ci et de les exposer à la chaleur ; jetée ensuite dans l'eau froide, cette substance se prend en plaques blanches. L'avantage de ce procédé est que l'on peut recueillir la cire sans détruire l'insecte qui la produit [1].

La Fulgorelle porte-laine qui fait l'objet de cette notice a été capturée le 26 janvier 1907, au cours d'une excursion à Gimgatenagap (Ceylan), sur la Salacia reticulata (Hippocratiacée). L'étude des glandes cirières a été faite sur des exemplaires conservés dans l'alcool. La partie du tégument destinée à porter le panache de cire forme une espèce de disque divisé en 20 plaques disposées sur quatre rangs, 2 à droite et 2 à gauche, des orifices anal et génital. Il y a 16 plaques péri-anales plus grandes et 4 plus petites, triangulaires, placées au-dessus. Le nombre des plaques répond au nombre des rubans dont le panache est formé.

Observées au microscope, les 16 grandes plaques offrent des pores serrés et nombreux, plusieurs centaines sur chacune), larges de 5 à 7 μ, disposés sans ordre, ressortant dans la cuticule jaunâtre comme des points transparents à contours polygonaux. Les pores des 4 petites plaques, plus distants les uns des autres, sont entourés chacun d'un cercle clair (diam. 15 μ) orné de fines stries radiaires. Chaque cercle est limité par un bord chitineux très net, régulièrement arrondi. Disposées en rangées régulières, ces pores sont au nombre de 135 environ dans l'amas supérieur externe et de 82 sur l'amas supérieur interne.

Outre les plaques groupées autour de l'anus, la larve de

[1] Voy. Burmeister, *Handb. der Entom.*, 1835, t. II, p. 163. — Il ressort toutefois des indication de Schædler, *Technologie der Fette und Oele*, Leipzig, 1892, que la cire de Chine proviendrait surtout du *Coccus ceriferus* Fab., espèce à femelle aptère, vivant sur le *Traxinus chinensis*.

F. marginella offre encore quelques glandes cirières éparses sur d'autres parties du corps. Il faut signaler entre autres trois petites plaques rondes à pores serrés, situées sur la partie latérale du 6me segment abdominal, deux plaques de même aspect sur la partie latérale du 5me et une ou deux, très petites, sur le bord du 4me. L'aspect de l'abdomen, examiné de côté, permet de supposer que les rangées péri-anales externe et interne représentent les segments 7 et 8, dont une partie seulement (celle qui porte les plaques) serait visible à l'extérieur. Il y a, en effet, une analogie évidente entre la position des rangées péri-anales et celle des plaques plus petites situées sur le bord des 6me, 5me et 4me segments. L'étude anatomique justifie cette manière de voir. On constate sur l'abdomen étalé que les deux rangées externes répondent au 7me segment et que les deux rangées internes représentent le 8me anneau modifié. Mentionnons enfin de nombreux pores isolés, visibles çà et là dans l'épaisseur des téguments, particulièrement nombreux près des bords postérieurs des segments dorsaux. La présence de cellules cirières disséminées rend compte de l'apparition des flocons laineux sur diverses parties du corps.

Histologie des grandes plaques. L'étude des coupes montre que chaque plaque répond à un groupe de cellules allongées (hauteur 50 μ) constituant la « glande cirière » et que la plaque elle-même est formée d'une cuticule épaisse (15 μ) traversée par des stries verticales. On voit encore en dessous de la cuticule un grand nombre de petits noyaux arrondis (cellules sous-cuticulaires), colorés en violet foncé. Dérivées d'une différenciation de l'épiderme, les cellules cirières offrent une cavité allongée (cavité de sécrétion) et en dessous de celle-ci une partie un peu renflée, renfermant le noyau. L'emploi d'un grossissement plus fort a permis de constater que les stries verticales ne sont pas des canalicules, mais répondent au contraire aux lamelles chitineuses qui limitent les pores. Les pores sont les espaces clairs compris entre les stries. On voit de plus : 1° que chaque pore surmonte une cellule unique ; 2° que

le pore offre à sa base un collet rétréci, large de 2 ½ μ, la chitine l'enserrant à ce niveau dans un épaississement en forme d'anneau. La partie profonde de la cuticule apparaît sur les coupes obliques comme une lame jaune percée de trous ronds à contours très accusés. Ces trous répondent aux collets des pores.

Histologie des petites plaques. La structure des petites plaques diffère de celle des grandes en ce que les cellules sont disposées en groupes de forme conique, proéminents dans l'épaisseur de la cuticule. Les pores répondant chacun à un groupe cellulaire et non plus à une cellule unique, ces orifices sont naturellement plus espacés. Le cercle clair qui entoure le pore est une formation cuticulaire ornée de fines stries radiaires. Les stries sont au nombre de 70 à 80 dans chaque cercle. La glande sous-jacente comprend trois espèces de cellules : 1° des cellules cirières, semblables à celles des grandes plaques ; 2° des cellules moins élevées, dont une à l'intérieur de chaque cône (cellule centrale), renflée en forme de bouteille, chacune avec un noyau arrondi ; 3° de petits éléments épidermiques destinés peut-être à fournir des cellules de remplacement. Les cellules sous-cuticulaires à petit noyau foncé paraissent en revanche manquer entièrement dans les glandes à pores espacés. La cellule centrale, dont la fonction est difficile à préciser, représente peut-être un élément tactile semblable à ceux que l'on observe à la base des poils chez plusieurs insectes ; son usage, dans le cas particulier, serait d'avertir l'animal lorsque le panache est touché.

Une étude plus complète de ces organes paraîtra dans le *Bull. de la Soc. vaud. des Sc. nat.*, vol. XLIII, n° 161.

MM. L. Duparc et T. Warynski présentent une communication sur *l'oxydation du sulfate ferreux à l'air.*

Les auteurs ont exécuté une série d'expériences sur la vitesse d'oxydation du sulfate ferreux à l'air et sont arrivés aux conclusions suivantes :

1° En milieu acide (en solution sulfurique), cette oxyda-

tion est relativement très lente. Ainsi, à la lumière, une solution $\frac{2}{5}$ normale de SO^4Fe contenant 21.15 °/₀ de SO^4H^2 s'est oxydée en 4 mois de 18.66 °/₀. A l'obscurité, l'oxydation a été sensiblement la même, notamment de 17.66 °/₀.

2° L'oxydation est d'autant plus rapide que la solution est plus diluée.

Ainsi, au bout de 4 mois, on a observé les oxydations suivantes :

Solution de SO^4Fe	$\frac{4}{10}$ N	18.66 °/°
»	$\frac{5}{10}$ N	16. 5 °/₀
»	$\frac{6.66}{10}$ N	14.92 °/₀
»	$\frac{9}{10}$ N	13.42 °/₀

3° En milieu neutre, l'oxydation semble un peu plus rapide. Ainsi, en 38 jours, une solution neutre s'étant oxydée de 6.28 °/₀, en milieu acide, pour la même concentration de SO_4Fe, l'oxydation a été de 5.83 °/₀.

4° La présence de sels de Cu active notablement ce procès d'oxydation. Ainsi, en 4 mois, en °/₀ d'oxydation, on a eu :

Solution de SO^4Fe		$\frac{4}{10}$ N	18.66 °/₀
»	+	$\frac{6\ Mol}{10}$ de CuCl	30.75 °/₀
Solution de SO^4Fe		$\frac{5}{10}$ N	16. 5 °/₀
»	+	$\frac{5}{10}$ Mol. $CuCl^2$	29.16 °/₀
Solution de SO^4Fe		$\frac{6.66}{10}$ N	14.92 °/₀
»	+	$\frac{3.33}{10}$ Mol. $CuCl^2$	24.33 °/₀
Solution de SO^4Fe		$\frac{9}{10}$ N	13.42 °/₀

» + $\frac{0.9}{10}$ Mol. $CuCl^2$ 23.23 %

L'action catalysante de $CuCl^2$ augmente avec la concentration en ion Cü. Ainsi, en 44 jours, on a observé :

Solution de SO^4Fe		témoin :	7.08 % d'oxydation
»	+	$\frac{Mol.}{9}$ $CuCl^2$	9,93 %
»	+	$\frac{Mol.}{90}$ $CuCl^2$	9.07 %
»	+	$\frac{Mol.}{900}$ $CuCl^2$	7.50 %
»	=	$\frac{Mol.}{9.000}$ $CuCl^2$	6.25 %

Ainsi, Cu, à l'état de traces, semble produire une action retardatrice.

Cette activité de Cü se manifeste aussi bien en solution neutre qu'en solution acide.

Elle est paralysée par une concentration croissante d'acide.

Ainsi, en 40 jours, en a eu :

Sol. témoin de SO^4Fe contenant		21 % SO^4H^2 :		4.18 % d'oxyd.
»	+ SO^4Cu	+	21 % SO^4H^2	19.12
»	+ SO^4Cu	+	27 % »	16.92
»	»	+	33 % »	16.54
»	»	+	39 % »	13.11

Des essais comparatifs avec $CuCl^2$ et SO^4Cu indiquent une un peu plus forte activité pour $CuCl^2$.

5° D'autres sels ont également influé catalytiquement sur la vitesse d'oxydation de SO^4Fe.

Ainsi, les mêmes solutions de SO^4Fe contenant respectivement $\frac{Mol.}{20}$ de divers sels ont donné les résultats suivants au bout de 25 jours :

Sol. de SO^4Fe témoin :	6.29 % d'oxydation
» + B^2O^3	4.69 %
» + $(SO^4)^3Al^2$	4.31 %
» + $(NO^3)^2CO$	5.03 %
» + $HgCl^2$	5.26 %

Sol. de	+ NH^4Cl	5.34 %
»	+ LiCl	5.47 %
»	+ SO^4Cd	5.42 %
»	+ SO^4Zn	6.18 %
»	+ SO^4K^2	6.33 %
»	+ NO^3K	7.93 %
»	+ $NiCl^2$	8.62 %
»	+ SO^4Cu	13.57 %

Il est à noter l'action retardatrice du nitrate de Cu comparée à l'action accélératrice de $NiCl^2$. Le sel de Cu s'est montré le plus actif.

MM. L. Duparc, T. Warynski et Towtkiewicz. *Sur l'action de quelques catalysants sur l'oxydation à l'air du sulfite de Na.* — Des expériences avec les sulfates de Vd et de Zr ont montré que ces sels manifestent une forte action retardatrice sur la vitesse d'oxydation des solutions de SO^3Na^2.

Ainsi, en 48 heures, on a observé :

Solut. de SO^3Na^2 N/50 89 % d'oxydation.

Id. + sulf. de Vd M/20.000 14,97 % d'oxydation.

Id. + sulf. de Zr M/50.000 48,3 % d'oxydation.

La lumière influe sur le phénomène.

Ainsi, en 48 heures :

SO^3Na^2 N/50 + sulf. de Vd à la lumière : 14,97 % d'oxydation.

SO^3Na^2 N/50 + sulf. de Vd à l'obscurité : 24,50 % d'oxydation.

Ainsi, en solutions pas trop diluées de SO^3Na^2, la lumière stimule le pouvoir retardateur du sulfate de Vd. En solutions très diluées de SO^3Na^2 (N/100), le phénomène inverse a lieu ; la lumière produit une accélération d'oxydation.

Des phénomènes analogues ont été observés pour $(SO^4)^2Zr$.

Le sulfite seul en solution très diluée s'oxyde un peu plus vite à la lumière qu'à l'obscurité.

Les sels de Cu, dont l'action accélératrice a été étudiée par divers auteurs, sont extraordinairement actifs.

Ainsi, des bouteilles en verre ayant contenu des solutions N/20.000 de SO^4Cu et soigneusement lavées, ont, par les traces de Cu qu'elles contenaient encore, très fortement accéléré l'oxydation de SO^3Na^2 (de 10 % en 24 heures).

MM. L. Duparc, T. Warynski et A. Nazmy. *Action des solutions de iodure de potassium sur les carbonates alcalino-terreux.*

On a étudié l'action de KJ sur CO^3Ca, CO^3Sr, CO^3Ba, réaction réversible répondant à l'équation :

$$CO^3R + 2\ KJ \rightleftarrows RJ^2 + CO^3R^2$$

On a observé les phénomènes suivants :

1° A une même température et pour une concentration de 10 % en KJ, les plus attaqués sont les carbonates les plus lourds. Cependant, si on calcule l'attaque en Mol-gr, il apparaît que celle-ci a lieu le plus fortement pour CO^3Sr et le moins pour CO^3Ba.

Si on étudie le phénomène à des températures croissantes de 15° à 100°, la variation pour cet intervalle d'attaque exprimée en % des poids respectifs d'attaque pour la température de 15°, s'exprime par les chiffres suivants :

CO^3Ca : 15.4 %
CO^3Ba : 22 %
CO^3Sr : 45.2 %

2° Pour des concentrations croissantes de KJ (en opérant à une même température), les plus fortes variations dans l'attaque se font observer pour CO^3Sr. L'attaque diminue faiblement pour CO^3Ca, augmente notablement pour CO^3Sr et CO^3Ba.

Ainsi, pour un intervalle de concentrations : 0.05 % à 20 % de KJ, on a observé les variations suivantes :

CO^3Ca : — 3.8 %
CO^3Sr : + 90.5 %
CO^3Ba : + 55.4 %

Pour de très faibles concentrations en KJ, c'est CO^3Ca qui est le plus attaqué et CO^3Ba le moins. Pour de fortes concentrations, c'est CO^3Sr qui est le plus attaqué.

Pour une durée d'attaque très longue (93 jours), celle-ci semble indépendante de la concentration.

3° Des essais en fonction du temps ont montré que pour CO^3Ca, la courbe d'attaque devient très rapidement assymptotique. Pour CO^3Ba et CO^3Sr, le processus progresse régulièrement avec le temps.

M. le professeur L. Duparc parle ensuite des *roches du Joubrechkine Kamen*, où l'on rencontre un minéral formé de pyroxène avec magnétite et anortite; cette roche a l'apparence de la magnétite pure, ce qui a conduit à bien des mécomptes, car on croyait à un gisement de fer très important, tandis qu'en réalité c'est un gabbro criblé de magnétite.

M. F.-A. Forel présente une communication sur les rapports entre les fais météorologiques et les *variations de grandeurs des glaciers*. Il dispose actuellement de 80 ans des observations de Genève, sans interruption et dans les mêmes conditions.

Dans les chutes d'eau on reconnaît une variation cyclique de longue périodicité :

déficit d'eau de	1826 à 1842
excès » »	1843 à 1856
déficit » »	1857 à 1878
excès » »	1879 à 1906

Il ne serait pas prudent de transporter, sans autre, ces chiffres des faits de la pluviométrie de la plaine suisse à la région des hauts névés. Sur les sommets des Alpes les variations des chutes de neige ne sont pas nécessairement synchrones de celles des chutes d'eau à Genève. Mais les allures de ces variations doivent être analogues et nous pouvons attribuer au facteur de l'alimentation des glaciers les mêmes faits de longue périodicité que nous reconnaissons aux pluies de la plaine.

D'autre part ce qu'on appelle le retard de la période dans les variations glaciaires, à savoir le temps qui s'écoule entre la chute anormale de neige sur le névé et sa réaction dans la longueur du glacier est de durée très considérable, et nous ne savons comment l'évaluer.

Il nous est donc impossible de rapprocher utilement les variations reconnues dans les chutes de pluie de pluie de Genève et les variations actuelles de la grandeur des glaciers des Alpes. Nous constatons seulement, et cela est déjà fort important, l'analogie dans les allures des deux phénomènes, l'un et l'autre de longue périodicité.

Dans les variations de la température estivale à Genève, nous retrouvons des faits de même ordre. Il y en a eu dans les trois mois d'été, de juin à août, les variations générales suivantes :

Excès de chaleur de	1826 à 1838
Déficit » »	1836 à 1857
Excès » »	1858 à 1879
Déficit » »	1880 à 1884
Excès » »	1885 à 1906

Les variations de la température de Genève peuvent légitimement être attribuées à la région des glaciers. Il y a donc eu dans les 80 dernières années des variations analogues dans l'action de la chaleur sur les glaciers, un excès d'ablation depuis 1858 jusqu'à l'époque actuelle, interrompu dans les années 1880 et suivante par une courte phase de faible ablation. Cela semble correspondre suffisamment à ce que nous connaissons dans les glaciers des Alpes, qui depuis cinquante ans sont, dans leur généralité, en phase de décrue, tandis que quelques-uns, une centaine peu-être sur deux mille, ont montré, vers les années 1880 à 1890, une petite poussée en avant.

Si nous calculons la différence moyenne de la température estivale entre les phases d'excès et celle de déficit de chaleur, nous trouvons une valeur de 0,73°, qui correspondrait à un déplacement de 140 m. dans l'altitude des isothermes. Une telle variation dans l'altitude des

isothermes est évidemment de même ordre que la variation que nous constatons dans l'altitude de l'extrémité verticale des glaciers, entre leur état de maximum et de minimum.

Il semble donc convenable d'attribuer plus d'importance que nous ne l'avons fait jusqu'à présent dans nos théories sur les variations des glaciers, aux phénomènes de longue périodicité de la température estivale.

Séance du 19 mars.

Léon-W. Collet. Les lacs d'Ecosse. — J. Pidoux. Aspect de l'anneau de Saturne en 1907. — Sarasin et Collet. Tectonique des Préalpes internes.

M. le D[r] Léon-W. Collet, privat-docent, présente un compte rendu des *résultats acquis par le Service des Lacs d'Ecosse* (Scottish Lake Survey. Pullar Trust) dont il a été un des collaborateurs adjoints en 1905 et 1906.

En 1897 et 1898 Sir John Murray et Fréd. Pullar entreprirent le lever de la carte bathymétrique des principaux lacs d'Ecosse. La mort de Fréd. Pullar, dans un accident de patinage le 15 février 1901, arrêta tout travail.

Quelques mois après ce triste événement M. Laurence Pullar offrit à Sir John Murray la somme nécessaire pour mener ce travail à bonne fin. M. Pullar proposa d'adjoindre au lever de la carte bathymétrique des études physiques et biologiques. Le Service des Lacs d'Ecosse était fondé sous le nom de « Scottish Lake Survey. Pullar Trust. »

La carte bathymétrique. 554 lacs ont été étudiés au point de vue bathymétrique. En janvier 1908 la carte de 213 d'entre les plus importants était publiée. Le reste comprenant les lacs de moindre importance se publiera en 1908.

La carte bathymétrique à l'échelle de 1:21120 est accompagnée d'une description dans laquelle on a toujours donné : la surface (en square miles) du bassin de drainage du lac,

la surface (square miles) du lac, la surface (en acres) entre les isobathes et leur rapport à la surface totale, le volume du lac (en million cubic feet), la profondeur moyenne (en feet) calculée d'après le volume, etc... Le nombre des coups de sonde a été au total d'environ 53.000, variant de 10 dans des lagots des Highlands à 2200 dans le loch Lohmond, 1400 dans le loch Nes, 1200 dans le loch Maree et 1100 dans le loch Morar, le plus profond (329 mètres).

La température. Le loch Ness, le Léman de l'Ecosse, fut spécialement étudié au point de vue thermique. Des observations, au nombre de 12.000, faites chaque jour de juillet à décembre en 1903 et 1904 et janvier à juin en 1904 et 1905 on peut déduire les faits suivants :

1° La plus grande quantité de chaleur se rencontre dans le loch Ness au mois de septembre.

2° Les températures de fond les plus basses ont été trouvées en avril et les plus hautes au milieu de novembre, soit trois mois après, que le lac, dans les couches supérieures, a donné des signes de refroidissement.

3° Lorsqu'en automne la Sprungschicht (Discontinuity Layer des anglais) est bien marquée, des oscillations se produisent dans la couche inférieure d'eau froide, oscillations que les écossais ont apppelées « Seiches de temt pérature ».

La géologie. La description géologique de la plupar- des bassins de drainage est due à la plume autorisée des célèbres géologues écossais MM. les Drs Peach et Horne.

De belles cartes géologiques, à l'échelle d'environ 1:125.000, accompagnent plusieurs descriptions originales qui donnent une grande valeur aux publications du Service des Lacs. Parmi ces descriptions les plus intéressantes, pour les géologues alpins, sont sans contredit celles traitant de la côte N.-W., la région des grands recouvrements d'Ecosse.

Les Seiches. La plus belle contribution à l'étude des Seiches est certainement fournie par le « Lake Survey » d'Ecosse. Les instruments ont été améliorés et de nou-

veaux ont été construits. La théorie hydrodynamique des Seiches a fait l'objet d'une remarquable étude due à la sagacité du prof. Chrystal de l'Université d'Edimbourg et de ses élèves parmi lesquels il faut citer M. Wedderburn.

La biologie. Seul le plankton a été étudié dans les lacs d'Ecosse. Il ressort des tableaux de M. James Murray que le plankton d'Ecosse diffère de celui du plateau central européen par une richesse extraordinaire en espèces de Desmides. Un fait intéressant est la présence d'un élément arctique dans les crustacés planktoniques. M. James Murray pense que la prédominance des Desmides est due a une question de climat tandis que MM. West y voient une conséquence de la richesse de l'eau en acides humiques et de la pauvreté en carbonate de chaux.

M. J. Pidoux donne quelques détails sur l'*aspect de l'anneau de Saturne en 1907*. Comme pour la Terre, l'axe de rotation de Saturne conserve son parallélisme durant la révolution de la planète dans son orbite; il en est de même du plan de l'anneau qui garde une inclinaison constante sur le plan de l'orbite et par conséquent aussi sur l'écliptique. L'aspect de Saturne entouré de son anneau est donc en continuel changement.

A mesure que le plan de l'anneau se rapproche de la Terre et du Soleil, nous le voyons de plus en plus de profil et, l'anneau se réduit à un simple trait au moment même du passage. Puis, nous voyons l'autre face de l'anneau, l'ellipse s'élargit peu à peu pour atteindre son ouverture maximum après 7 années et demie; à partir de là, l'ovale se rétrécit, et finit par se réduire à un simple trait. 15 ans après le précédent passage. Pendant les 15 années suivantes, la même phase se répète pour l'autre face de l'anneau.

En 1892, nous avons commencé à voir la face nord éclairée par le soleil; l'anneau est allé s'élargissant jusqu'en 1900, entourant le disque de la planète d'une ellipse dont le petit-axe était sensiblement la moitié du grand. En 1907, a eu lieu la nouvelle disparition de l'anneau et le commencement de l'éclairage de la face sud.

Mais la terre tourne autour du soleil beaucoup plus vite — en 1 an au lieu de 30 — et beaucoup plus près — un dixième de la distance — que Saturne, de sorte qu'elle rencontre le plan de l'anneau 2 et même 3 fois, pendant que celui-ci traverse l'orbite de la terre.

Ainsi en 1907, le 17 avril, première disparition de l'anneau pour la terre; ce phénomène fut inobservable à cause de la trop grande proximité du soleil.

Le 26 juillet, le soleil rencontre le plan, de l'anneau et n'éclaire ce dernier que par la tranche. Le trait ainsi formé n'est visible que pour les plus grands instruments qui existent; pour tous les autres, le trait est invisible ce qui explique le terme de *disparition*. Le 4 octobre, la terre traverse de nouveau le plan, voit l'anneau depuis dessus pendant que le soleil l'éclaire en dessous, et cela jusqu'au 8 janvier 1908 où pour la troisième fois la terre a traversé le plan de l'anneau. Depuis cette date, pour la terre comme pour le soleil, la face sud de l'anneau devient de plus en plus visible.

La disparition du trait lumineux, dernier vestige de l'anneau, n'est pas uniforme; il reste de chaque côté du disque, 2 ganglions lumineux disposés symétriquement. L'un correspond à la partie la plus lumineuse de l'anneau vue de profil, cela est naturel, mais l'autre correspond au contraire à l'anneau sombre intérieur, ce qui est bien surprenant.

En outre, l'anneau est resté visible, alors que la terre le voyait sur une face tandis que le soleil éclairait la face opposée; il en résulte ainsi que cet anneau est transparent, quoique formé de matières solides et concrètes.

Ces faits ont été déjà remarqués dans les passages précédents, confirmés dans ce dernier. Enfin, les grands instruments américains ont permis de reconnaître que l'ombre de l'anneau sur le disque de la planète était plus foncée au centre que sur les bords; cela permet de supposer que la matière qui constitue l'anneau n'est pas comprise entre deux plans bien déterminés. Disons en terminant que l'épaisseur de cet anneau, assez faible pour

n'être visible que dans les plus forts instruments, atteint 120 à 150 kilomètres

M. Ch. Sarasin présente au nom de M. L. Collet et au sien la communication suivante concernant la *tectonique des Préalpes internes*, réplique à une publication récente de M. Maurice Lugeon :

Dans une communication antérieure[1] nous nous sommes ralliés d'une façon générale à la notion développée par MM. H. Schardt et M. Lugeon, de l'origine lointaine des Préalpes; mais, au lieu d'envisager la zone des cols et celle des grès du Niesen comme faisant partie d'une nappe préalpine inférieure, qui reparaîtrait plus au Nord dans les Préalpes externes, nous avons cherché à démontrer que les grès du Niesen forment la tête plongeante d'un pli tertiaire détaché du pli couché du Wildhorn et que le développement de ce pli a amené le rebroussement complet de la nappe formant la zone des cols, en sorte que celle-ci se trouve, malgré son origine méridionale, avec la tête au S. et le bord radical au N., en contact avec celui de la zone des Spielgerten.

M. Lugeon[2] vient de contester la possibitité de cette manière de voir en se basant surtout sur le fait que, des Belemnites et des Inoceramus ayant été trouvés dans l'intérieur de la zone du Niesen, celle-ci ne peut pas être tertiaire. Il y a dans ce raisonnement une interprétation pour le moins osée de faits connus depuis plusieurs années ; nous savons aussi bien que M. Lugeon qu'on peut trouver dans la zone du Niesen des Belemnites et de mauvais fossiles de Lamellibranches qu'on a cru devoir déterminer comme Inoceramus, mais nous savons aussi que les grès du Niesen-Ormonts contiennent à profusion des Nummulites, des Orthophragmina, des Lithothamnium, aussi avons-nous indiqué que le pli plongeant du Niesen, que nous supposons, doit être profondément digité et

[1] *Archives,* T. XXIV, 1907.

[2] *C. R. Soc. vaud des Sc. nat.* Séance du 4 mars 1908. (*Archives*, avril 1908, t. XXV, p. 408).

comporter un enchevêtrement compliqué de Tertiaire et de Secondaire ; nous admettons fort bien qu'outre les écailles mésozoïques qui pénètrent de bas en haut dans le Flysch du Niesen, il peut y en avoir d'autres qui pénètrent dans le Flysch de haut en bas ; la présence de Belemnites dans cette zone complexe n'a donc rien de contraire à notre manière de voir et se concilie parfaitement avec l'idée de l'âge tertiaire de la masse principale de cette zone. Du reste nous remarquons à ce propos que M. Lugeon attribue encore au Flysch les grès des Ormonts, prolongement de ceux du Niesen, dans le programme des excursions du Congrès international de Géographie qui vient de paraître.

Tandis que M. Lugeon indique comme dernier terme de la série tertiaire du pli du Wildhorn des schistes à Globigérines (Bartonien supérieur ou Fongrien inférieur), nous connaissons, en particulier dans la chaîne du Lohner, des grès polygéniques qui se superposent à ces schistes et qui ressemblent absolument aux grès du Niesen.

Quant à la présence au-dessus du pli du Wildhorn d'une nappe formée des mêmes terrains qui constituent d'autre part la zone des cols, elle n'infirme en aucune façon notre interprétation tectonique des Préalpes internes ; elle prouve simplement que la nappe des cols se continue depuis sa ligne de rebroussement très loin au S. entre les plis à facies helvétiques et la nappe des Préalpes médianes.

Séance du 2 avril.

Bugnion. Pièces buccales des hémiptères. — Tommasina. Mécanisme qui produit la gravitation universelle.

M. le Prof. E. Bugnion fait une communication sur les *Pièces buccales des Hémiptères.*

Destinés à la succion, ces organes comprennent :

1. Le *labre* (lèvre supérieure), étroit et allongé, appendu au clypeus ;

2. La première paire de stylets *(st. externes) ;*

3. La deuxième paire de stylets *(st. internes);*

4. Le *rostre* (lèvre inférieure modifiée), généralement composé de quatre segments articulés;

5. Un *tentorium* chitineux jouant le rôle de support.

Les genres qui ont fait l'objet de cette étude sont : *Rhaphigaster*, *Graphosoma*, *Tessaratoma*, *Syromastes*, *Pyrrhocoris* et *Fulgora*.

Un trait qui frappe tout d'abord sur une tête préparée avec les pièces buccales en place, c'est que les parties basales des stylets sont placées très profondément à l'intérieur. J'ai sous les yeux une tête de *Raphigaster* montée au baume (après éclaircissement préalable par KOH), dans laquelle les stylets internes, attachés par leurs *leviers* aux angles postérieurs du support, atteignent en arrière le bord du trou occipital. Les stylets externes, quoique moins enfoncés, remontent jusqu'au niveau des yeux. Chez les larves, les invaginations épidermiques *(cornues)* destinées à former les stylets de remplacement, sont si profondément enfoncées qu'elles reculent parfois jusqu'à l'intérieur du thorax [1]. Cette disposition des pièces buccales est une conséquence du genre de mouvement qui leur est propre. Les mâchoires des insectes broyeurs se mouvant dans le sens latéral, ces organes peuvent s'articuler sur le bord antérieur de la tête, lors même que leurs muscles sont logés à l'intérieur. Chez les suceurs, au contraire, le va-et-vient s'effectuant dans le sens antéropostérieur, la partie du stylet sur laquelle s'insèrent les muscles doit nécessairement s'enfoncer à l'intérieur de la tête, pour que les actions des pro et rétracteurs puissent régulièrement alterner. Il faut en outre des dispositions spéciales destinées à transformer les déplacements des stylets en mouvements exactement longitudinaux. Ces mécanismes comprennent : le système de leviers, les cannelures et les glissières

I. *Leviers*. Le stylet interne est attaché au support par

[1] Cette observation a été faite par P. Mayer sur de jeunes larves de *Pyrrhocoris apterus* (*Archiv f. Anat. u. Phys.*, 1875, p. 335).

une pièce rigide, coudée, articulée sur l'angle postéro-supérieur de ce dernier. Les avantages de cette disposition sont : 1° de limiter l'amplitude du mouvement, celle-ci étant déterminée avec une précision parfaite par la longueur et par le forme du levier ; 2° d'assurer au stylet un point d'appui solide dans l'acte de forer (au moment où le protracteur se contracte ; 3° d'augmenter les points d'application des muscles et la puissance de leurs actions. — Le stylet externe est muni d'une pièce à trois branches, deux courtes et une longue, faisant l'office d'un levier. L'une des branches courtes, inclinée en dehors, s'articule sur la paroi latérale de la tête (point d'appui), l'autre dirigée en arrière, s'attache à la pièce basale du stylet. La branche longue tournée en avant et en dedans donne attache aux muscles pro- et rétracteurs qui, produisant un effet de bascule, font pivoter le levier sur son point d'app. Ces observations ont été faites sur une tête de *Raph. grisea*. Le stylet interne du *Graphosoma linetaum* possède un levier coudé, semblable à celui de l'espèce précédente. Chez *Syromastes*, la pièce correspondante est grêle, allongée et courbée en arc. Le stylet interne du *Fulgora maculata* est muni également d'une tige coudée, articulée sur l'angle postéro-externe du support chitineux. Chez ces trois derniers genres, un levier attenant au stylet externe n'a, en revanche, pas été observé.

II. *Cannelures*. Les stylets externes et internes sont pourvus, chez tous les Hémiptères étudiés, de cannelures et de crêtes rectilignes qui, courant d'un bout à l'autre et s'adaptant exactement les unes aux autres, permettent les mouvements longitudinaux (va-et-vient), tout en s'opposant absolument à un déplacement latéral. C'est grâce à cette coaptation parfaite que les canaux de succion et d'excrétion, compris entre les stylets internes, sont capables de fonctionner.

III. *Glissières*. Le labre et le rostre sont tous deux creusés de rainures qui reçoivent les stylets (partie extracéphalique) et servent tout à la fois à les protéger, à les maintenir en place et à diriger leur pointe sur les endroits

à inciser. Le rostre, qui a des muscles releveurs et abaisseurs, est pourvu à son extrémité de poils tactiles. Trois autres glissières sont placées à l'intérieur de la tête. La première est constituée par un petit anneau appendu au sommet du clypeus, à l'endroit où les stylets sortent de la tête en formant un coude. Cet anneau, partiellement membraneux chez *Graphosoma*, est renforcé dans sa partie inférieure par deux plaques chitineuses jouant le rôle d'une poulie. En arrière de l'anneau les stylets, déjà séparés par paires, glissent sous les bords du clypeus dilatés en *ailerons*. C'est la 2me glissière. Les ailerons, étroitement appliqués sur la convexité des stylets, empêchent le déplacement de ces organes du côté d'en haut[1]. La 3me glissière, située en arrière des ailerons, est formée par la partie antérieure du support.

Le support *(tentorium)* comprend deux lames chitineuses qui, prenant appui en arrière, sur le bord inférieur du trou occipital, se portent obliquement en avant et en haut, puis soudées en une pièce unique, s'attachent par leurs expansions aux deux bords du clypeus. Les usages principaux de cet appareil sont : 1° de soutenir le pharynx et d'assurer la continuité de cet organe avec le canal de succion ; 2° de supporter la pompe salivaire ; 3° de donner attache au muscle rétracteur du piston (aspirateur) ; 4° de supporter les lames basales des stylets et, pour le stylet interne, la pièce servant de levier. — Les glissières (3me paire) se trouvent sur la partie antérieure, à droite et à gauche de la ligne médiane, en dessous d'une petite épine. On remarque en outre deux membranes triangulaires qui, tendues du bord supérieur du support aux lames basales, ont pour mission de supporter les stylets et de maintenir dens les limites convenables l'amplitude des mouvements. La baguette coudée qui s'attache au bord postérieur de cette membrane paraît destinée à assurer une tension constante au cours du déplacement qu'elle doit subir.

M. Th. Tommasina présente une deuxième Note *sur le mécanisme qui produit la gravitation* ou *sur la physique de la gravitation universelle.*

Le problème de la cause mécanique du mouvement des astres avait été posé dès le début de la science. Képler avait émis l'hypothèse que les mouvements planétaires étaient l'effet de certaines émanations astrales très subtiles, mais matérielles et rayonnantes dans l'espace. Descartes avait imaginé les grands tourbillons concentriques de matière subtile. Huygens et Leibnitz admirent la nécessité d'une action due à de la matière en mouvement analogue à celle qu'avaient prévue Léonard de Vinci et Galilée pour expliquer le rayonnement lumineux. La rivalité entre Newton et Hooke empêcha peut-être le premier de se prononcer plus franchement sur la pression de la matière éthérée comme cause mécanique de la gravitation des astres. En effet, Newton aurait très bien pu dire que dans sa loi les choses se passent comme si les astres étaient poussés les uns vers les autres par la matière rayonnante, qu'il admettait pour les phénomènes de l'optique dans son hypothèse de l'émission, au lieu de dire, *comme si les astres s'attiraient réciproquement*, avec la restriction qu'une telle action à distance était absurde. Restriction qui fut oubliée par ses successeurs, exception faite des deux célèbres mathématiciens bâlois Jean Bernoulli et Euler.

Après l'introduction en physique de la théorie ondulatoire de la lumière remplaçant celle de l'émission, changement dû, surtout, aux travaux de Fresnel et de Thomas Young, plusieurs hypothèses furent présentées sur la cause de la gravitation, toutes basées sur l'intervention de l'éther véhicule de la lumière. Mais l'on n'avait alors aucune donnée expérimentale permettant d'établir une notion scientifique sur le mécanisme constitutif de l'éther, car celui de la transmission de la lumière était purement symbolique et basé sur le schema abstrait des surfaces d'onde sphériques dans un fluide continu, non atomique, donc une entité irréelle, ayant des propriétés qualitatives pas différentes des vertus occultes des scolastiques, bien que présentés, à la moderne, sous forme de liaisons corroborées par des élégantes équations analytiques.

D'accord avec Faraday, qui voulait des mécanismes vrais comme base des théories physiques, dans mes précédentes publications j'avais serré de plus en plus près le problème jusqu'à présenter la solution actuelle comme la seule plausible et strictement logique. Mais, c'était là, toujours, une simple hypothèse, tandis qu'il n'en est plus ainsi, dans la solution théorique que j'ai présentée dans ma Note du 20 février. En prenant comme point de départ un choix de résultats expérimentaux, tous parfaitement établis et acceptés par la science comme des faits acquis, j'en ai tiré par induction directe toutes mes conclusions. Ce n'est donc qu'un travail d'interprétation d'expériences, étudiant les unes pour arriver à comprendre exactement toute la portée des autres, qu'il m'a fallu faire, pour établir, uniquement d'après ces données expérimentales, le mécanisme vrai qui doit produire le phénomène de la gravitation universelle et pour pouvoir le présenter comme une constatation. En prévoyant l'objection qu'il n'y ait pas là une véritable constatation, mais une simple hypothèse, bien que basée sur des faits, confirmée par d'autres, et en opposition avec aucun fait et aucune loi, tout en n'acceptant nullement cette manière de voir pour ce qui regarde les constatations de mécanismes nécessairement hypothétiques, je vais démontrer que même comme hypothèse, la mienne possède les caractères requis pour remplacer celle que, par simple commodité et faute de mieux, la science maintient encore.

Je commence par éliminer l'hypothèse actuelle de l'attraction ou action à distance à l'aide des quatre propositions suivantes : 1° *La gravitation universelle est un phénomène physique* ; 2° *Tout phénomène physique ne peut être produit que par un mécanisme réel* ; 3° *L'action à distance n'est pas un mécanisme* ; 4° *Donc l'action à distance ne peut pas produire la gravitation universelle.* Si les prémisses de ce syllogisme sont accordées la conclusion est forcée. Donc l'hypothèse actuelle doit être éliminée, parce que philosophiquement et scientifiquement insoutenable.

J'examine maintenant le problème qui reste à résoudre et je pose ce nouveau syllogisme : *Nos connaissances actuelles nous permettent de reconnaître et d'étudier dans l'espace un seul mécanisme vrai qui le remplit complètement et qui est celui qui transmet les radiations. — Aucun fait ne nous fournit une notion quelconque pour en concevoir un autre. — Aucune de nos connaissances ne s'oppose à ce que la gravitation universelle soit fonction d'un tel mécanisme. — Donc, comme à la gravitation universelle il faut absolument un mécanisme, et que celui des radiations est le seul que nous connaissons, nous devons le lui attribuer*, d'autant plus que les pressions Maxwell-Bartoli de ce mécanisme sont constatables et mesurables. Je fais observer, ici, que la valeur des mesures faites sur la pression de la lumière, (qui est celle d'un rayonnement spécial, superposé aux autres multiples, très pénétrants et de diverses complexités, coexistant toujours ensemble), n'a rien à voir avec la valeur des forces Maxwell-Bartoli qui produisent la gravitation soit atomique soit astrale ou universelle.

Rien ne nous autorise à supposer dans l'espace des mécanismes inconnus, donc une semblable supposition purement gratuite, ne peut pas même être formulée et présentée comme une hypothèse, et si elle l'était, n'étant ni appuyée ni confirmée par aucun fait, ne serait pas admissible en science. Donc cette hypothèse n'aurait aucune valeur contre une théorie qui est tirée directement des faits d'expérience, est d'accord avec les lois connues, et a, en outre, le grand mérite de faire disparaître de la physique cette anomalie, qui n'a que trop duré, entre l'étude de la gravitation et celle de la propagation de la lumière.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LAUSANNE

Séance du 16 janvier 1908

P. Dutoit et Duperthuis. Conductibilités limites et viscosité. — Th. Bieler-Chatelan. Dimorphisme du soufre. — L. Pelet. Thio-indigo.

MM. Dutoit et Duperthuis entretiennent la Société des *relations qui existent entre les conductibilités limites et la viscosité.* Contrairement à l'opinion de Walden, les auteurs démontrent que leurs recherches les ont amenés aux résultats suivants :

Le produit de la conductibilité limite par la viscosité varie :

1° D'un dissolvant à l'autre.

2° Chez un même dissolvant, avec la nature de l'électrolyte et la température.

Ces conclusions résultent de l'étude des conductibilités limites de quelques sels, entre 0° et 80°, dans différents alcools, la pyridine et l'aniline.

M. Th. Bieler-Chatelan décrit un cas, peu connu semble-t-il, de *dimorphisme du soufre.*

Les polysulfures alcalins (foies de soufre) en solution alcoolique laissent déposer du soufre qui cristallise sous deux formes différentes : d'abord en longues lamelles *monocliniques,* brillantes, presque incolores ou faiblement jaunâtres, puis, à la longue, en octaèdres *orthorhombiques* d'un jaune franc comme le soufre natif, qui recouvrent par-

fois les lamelles monocliniques. Ces dernières sont (comme les octaèdres du reste) rapidement et entièrement solubles dans le sulfure de carbone. D'abord transparentes, elles deviennent peu à peu opaques, par suite d'une condensation moléculaire, qui se manifeste aussi par l'augmentation de la réfringence (relief plus accentué). Leur éclat argenté laisse supposer qu'elles constituent une variété analogue au soufre monoclinique dit *nacré*, obtenu par M. Gernez en faisant diffuser l'une dans l'autre des solutions d'hyposulfite de soude et de bisulfate de potasse. C'est une question à résoudre par de nouvelles recherches.

M. PELET présente des échantillons de *rouge* et *écarlate thio-indigo*, et décrit les propriétés, ainsi que les modes de préparation, de ces colorants, qui dérivent d'un nouveau noyau cyclique sulfuré.

Séance du 13 février.

L. Pelet et Wild. Analyse de bronzes lacustres. — P. Dutoit. Systématique des solutions colloïdales. — L. Pelet. Teintures successives.

MM. PELET et WILD ont analysé un certain nombre de *bronzes de l'époque lacustre* et ont trouvé les teneurs suivantes en cuivre, étain et plomb.

	Cu	*Sn*	*P6*
Bronze de la station des roseaux à Morges.	%	%	%
N° 1.	90.06	10.06	—
Echantillons provenant de la station de Corcelettes.			
N° 2.	88.09	11.91	0.4
N° 3.	85.94	9.74	4.60
N° 4.	84.85	9.96	5.32
N° 5.	79.95	9.45	9.93
Echantillons provenant de la station de Cudrefin.			
N° 6.	92.49	6.89	0.41
N° 7.	86.52	12.57	1.12
Bronze de Saint-Triphon (Vaud).			
N° 8.	89.32	9.38	1.11

Le n° 1 date de l'époque la plus ancienne et le n° 8 de l'époque la plus rapprochée de l'âge du fer.

M. L. Dutoit expose une *systématique des solutions colloïdales*. C'est un essai de classification basé sur la nature de la différence de potentiel entre les micelles et le liquide intermicellaire.

M. L. Pelet montre que l'on peut fixer successivement plusieurs colorants de même nature sur le même textile. Ces *teintures successives* ne prendront naturellement que lorsque la charge du textile sera de signe contraire à celle du colorant. Pour obtenir ce résultat, il suffira de plonger la fibre, à la sortie du bain, dans un acide ou dans une base faible, de manière à charger positivement ou négativement le textile par les ions H ou OH, et à lui donner le signe convenable pour fixer ou ne pas fixer le colorant considéré. De cette façon on peut, au gré de l'opérateur, obtenir des effets variés. On distinguera suivant le cas : les *remontages acides*, soit l'application successive de colorants acides seuls, les *remontages basiques*, obtenus au moyen de colorants basiques seuls, et les *remontages neutres*, obtenus par application alternative des uns et des autres.

Séance du 12 mars.

L. Pelet. Ultramicroscope et matières colorantes en solution.

M. Pelet montre un *appareil ultramicroscopique* et examine un certain nombre de solutions colloïdales caractéristiques.

De l'*examen ultramicroscopique de solutions de matières colorantes*, M. Pelet tire en résumé les conclusions et la classification suivantes :

1. Matières colorantes du groupe des phtaléines, fluorescentes, mais ne présentant pas de micelles à l'ultramicroscope, exemple les rhodamines, éosines, érythrosines, etc.

2. Solutions de matières colorantes dans lesquelles on ne discerne aucune micelle : acide picrique, fuchsine acide et vert malachite.

3. Solutions de matières colorantes dans lesquelles on discerne des micelles en petit nombre, exemples : 1. Colorants acides : jaune naphtol, ponceau cristallisé, vert acide, érioglaucine A, écarlate de Biebrich et vert lumière S. F. bleuâtre. 2. Colorants basiques : chrysoïdine, vésuvine, safranine et auramine.

4. Solutions de matières colorantes existant très nettement à l'état colloïdal et contenant un grand nombre de particules micellaires, exemples : 1. Colorants acides : bleu alcalin, violet acide, rouge chromazone, bleu solide R, roccelline et orange II. 2. Colorants directs pour coton : rouge Congo, benzopurpurine, noir violet, rouge d'oxamine, orange pyramine, jaune soleil, bleu indigo. 3. Colorants basiques : fuchsine et violet cristallisé.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 14 novembre 1907.

A. Brun. Recherches sur le volcanisme. — E. Ferrario et H. Vinay. Action de l'oxyde de carbone sur les composés organo-magnésiens.

M. A. Brun communique la suite de ses *recherches sur le volcanisme*[1]. Accompagné de M. H.-F. Montagnier, il s'est rendu sur le pic de Teyde et sur le Timanfaya (Canaries) pour faire des dosages d'eau dans les cratères qui s'y trouvent en activité. Ses observations ont pleinement confirmé ses prévisions. Elles ont montré que, sur le pic de Teyde, la teneur en vapeur d'eau des solfatares du cratère supérieur est en relation directe avec les oscillations des précipitations atmosphériques. Dans le cratère du Timanfaya, les gaz du volcan se sont montrés complètement anhydres. Ce dernier volcan n'émet que lentement des traces de chlorure d'ammonium et d'anhydride carbonique. La surface des rapillis a une température de 140°; à une profondeur de 40-50 cm., cette température s'élève déjà à 360°.

M. E. Ferrario a poursuivi, avec M. H. Vinay, l'étude de l'*action de l'oxyde de carbone sur divers composés organo-magnésiens*[2]. Les auteurs ont préparé de cette manière le p-tritolylcarbinol et les trois trianisylcarbinols (o, m et p).

[1] *Archives* **22**. 304.
[2] *Archives* **24**. 420.

Ils ont constaté que l'oxyde de carbone agit aussi sur les organomagnésiens de la série grasse, mais que les rendements ne dépassent alors pas 60 %.

Séance du 13 décembre.

L. Pelet. Théorie colloïdale de la teinture. — E. Ferrario. Action du sodium sur les composés organo-magnésiens. — E. Ferrario et H. Vinay. Action de l'éther bromacétique sur la benzophénone. — E. Laubé. Condensation de l'anthraquinone avec les amines aromatiques. — E. Laubé et C. König. Condensation de l'anthraquinone avec la p-naphtylène-diamine.

M. le prof. L. Pelet (Lausanne) fait un exposé de sa *théorie colloïdale de la teinture*, laquelle peut se résumer comme suit :

La fibre textile fixe les matières colorantes selon les lois de l'adsorption, et d'une façon analogue aux autres substances adsorbantes, telles que le charbon animal, la silice, etc.

Les substances adsorbantes chargées négativement fixent en plus grande quantité les colorants positifs et vice-versa.

La charge peut être augmentée par l'addition d'ions de signe contraire, et diminuée par l'addition d'ions de même signe.

Les ions H et OH ont une influence prépondérante ; l'action des autres ions suit la loi de la valence.

La neutrophilie et l'amphophilie, observées par Ehrlich chez les cellules animales, doivent être considérées comme des cas particuliers de l'éosinophilie.

Les éléments cellulaires basophiles et éosinophiles ne diffèrent entre eux que par la nature de la charge, laquelle peut être modifiée par des traitements convenables (action des acides, des bases ou des sels).

M. E. Ferrario parle de l'*action du sodium sur les composés organomagnésiens*. Elle consiste à éliminer d'abord l'halogène, ce qui conduit à la formation de corps qui pos-

sèdent probablement la formule R-Mg-Mg-R', mais qui sont fort peu stables et se décomposent en magnésium et composés R-R' (dérivés du biphényle). Si, après avoir fait agir le sodium, on traite le produit par l'iode, on obtient des substances huileuses qui cristallisent au bout de quelques jours. M. Ferrario se réserve l'étude plus approfondie de cette réaction.

M. Ferrario ajoute qu'il a étudié, avec M. H. Vinay, l'*action de l'éther bromacétique sur la benzophénone* en présence de magnésium. Il a obtenu le même éther β-oxy-β-phénylhydrocinnamique que M. Rupe a préparé récemment au moyen d'une réaction semblable, mais en employant le zinc au lieu du magnésium. Avec ce dernier métal, les rendements sont un peu meilleurs et le produit plus pur; il fond dès l'abord à 87°. Par le même procédé, les auteurs ont préparé l'acide β-oxy-β-phénylhydrocinnamique, fusible à 213°, et l'acide β-β-diphénylacrylique, fusible à 160-161°.

M. E. Laubé expose la suite de ses recherches sur les *produits de condensation de l'anthraquinone avec les amines aromatiques*[1]. La dianthraquinonyl-p-phénylène-diamine teint le coton en rouge-violet en présence des hydrosulfites alcalins. La 1-p-bromanilido-2-méthylanthraquinone cristallise dans l'acide acétique en petites aiguilles écarlates, fusibles à 190°. La 1-di-p-méthylanthraquinolyl-p-phénylène-diamine se dépose dans le toluène sous la forme d'une poudre noire, qui fond à 279° et teint le coton en lilas en présence des hydrosulfites.

M. E. Laubé décrit encore quelques *produits de condensation de l'oxyanthraquinone et de la p-naphtylène-diamine*, qu'il a préparés en collaboration avec M. C. König.

[1] *Archives* **24**. 424.

Séance du 16 janvier 1908.

F. Reverdin et A. de Luc. Nitration du 3-nitro-4-diméthylamino-benzoate de méthyle. — A. Bach. Mode d'action de la tyrosinase. — E. Khotinsky et B. Seregenkoff. Composés organiques du silicium.

M. F. Reverdin communique les résultats de recherches, faites avec la collaboration de M. A. de Luc, sur la *nitration du 3-nitro-4-diméthylamino-1-benzoate de méthyle.* Il se forme, suivant les conditions de l'opération, le 3,5-dinitro-4-méthylnitrosamino-1-benzoate de méthyle (point de fusion 88°), ou le dérivé nitraminé correspondant (point de fusion 126°). La constitution de ces nouveaux composés a été déterminée en les transformant dans l'acide 3,5-dinitro-4-oxy-1-benzoïque déjà connu. Les auteurs ont étudié l'action des acides, des alcalis et du phénol sur ces produits, et, d'une manière générale, le processus de leur formation.

M. A. Bach entretient la Société du *mode d'action de la tyrosinase.* Lorsqu'on agite les solutions de tyrosinase avec le carbonate de magnésie ou qu'on les précipite par l'alcool méthylique, on obtient des produits qui n'oxydent la tyrosine que très lentement, mais qui provoquent la formation caractéristique de mélamine, au bout d'un temps relativement court, dès qu'ils se trouvent en présence de peroxyde d'hydrogène. Cette réaction a été poursuivie quantitativement par titrage du produit noir de l'oxydation au moyen d'une solution de permanganate 0,002-normale, en présence d'acide sulfurique, jusqu'à décoloration. Dans des conditions encore mal déterminées, la solution de tyrosinase subit une modification qui lui fait perdre presque entièrement sa faculté d'oxyder la tyrosine ; par addition de peroxyde d'hydrogène, cette faculté lui est rendue. La tyrosine n'est attaquée ni par le peroxyde d'hydrogène seul, ni par le mélange de peroxyde et de peroxydase ordinaire. On doit conclure de ces faits que, comme l'oxydase

ordinaire, la tyrosinase est formée d'une *peroxydase* spécifique et d'une *oxygénase* qui peut être remplacée par le peroxyde d'hydrogène.

Par la même méthode (titrage au permanganate), M. Bach a déterminé l'influence des ferments et de la concentration du substratum sur la vitesse de réaction de la tyrosinase. Il a trouvé que la tyrosinase, au moins dans les stades moyens de la réaction, agit indubitablement selon la loi des masses. Les divergences que l'on observe dans les stades initiaux et finaux s'expliquent par le fait que la réaction a lieu plus lentement aux faibles concentrations qu'aux fortes, et qu'à ces dernières l'action du ferment est plus vite épuisée qu'aux premières; d'où il résulte que ce ne sont que les stades moyens de la réaction, pendant lesquels le ferment se trouve en pleine activité, qui sont comparables entre eux.

M. E. Khotinsky a étudié, avec M. B. Seregenkoff, l'action de quelques composés organomagnésiens sur l'*éther orthosilicique*. On obtient divers produits, selon les conditions de l'expérience. L'un d'eux n'est ni fusible ni volatil, se dissout dans l'éther et possède la formule $C_{18}H_{16}Si_4O_7$; il est probablement identique à une substance déjà décrite par Polis. En faisant agir 4 mol. C_6H_5MgBr sur 1 mol. $Si(OC_2H_5)_4$, on n'obtient que des produits mal définis et difficiles à purifier. Avec 1 mol. C_6H_5MgBr et 1 mol. $Si(OC_2H_5)_4$, il se forme le corps $C_6H_5.Si(OC_2H_5)_3$, déjà préparé par Ladenburg. En remplaçant le bromobenzène par l'α-bromonaphtaline, les auteurs ont obtenu deux composés nouveaux :

$C_{10}H_7SiO.OH$, point de fusion 239°

et $C_{10}H_7.Si(OC_2H_5)_3$, point d'ébullition 293-295°.

Ici encore, la réaction a lieu beaucoup plus régulièrement si on prend $C_{10}H_7MgBr$ et $Si(OC_2H_5)_4$ en proportions équimoléculaires.

Séance du 13 février.

E. Ferrario et L.-F. Weber. Condensation de l'anhydride naphtalique avec le diméthyl-m-aminophénol. Action du nitrate d'acétyle sur l'acénaphtène. Dérivés chlorés de l'acénaphtène. Bromure d'acénaphtyl-magnésium. — A. Kaufmann et R. Radosevic. Action de l'acide sulfurique sur l'acétyldiphénylamine.

M. E. Ferrario résume divers essais qu'il a effectués en collaboration avec M. L.-F. Weber :

1° *Condensation de l'anhydride naphtalique avec le diméthyl-m-aminophénol.* En présence de chlorure d'aluminium, il se forme un composé que l'on peut purifier par cristallisation dans l'acide acétique, la pyridine, le nitrobenzène ou l'acétone ; son point de fusion est situé au-dessus de 320° et sa coloration ne diffère pas sensiblement de celle de la rhodamine ordinaire.

2° *Action du nitrate d'acétyle sur l'acénaphtène.* L'acénaphtène est attaqué très vivement par le nitrate d'acétyle. Si l'on prend les deux substances en proportions équimoléculaires, on obtient le 4-nitro-acénaphtène décrit par Graebe. Si le nitrate d'acétyle est en excès, il se forme presque exclusivement le 4.5-dinitro-acénaphtène. La réaction est moins violente lorsqu'on opère en solution dans le chloroforme, le tétrachlorure de carbone ou l'anhydride acétique, mais les produits sont les mêmes. En remplaçant le nitrate d'acétyle par celui de benzoyle, on arrive à des résultats moins satisfaisants et la manipulation est plus difficile.

3° *Préparation du 4-chloro-acénaphtène au moyen du chlorure de sulfuryle.* Lorsqu'on ajoute du chlorure de sulfuryle à une solution d'acénaphtène dans le chloroforme, il y a un vif dégagement de SO_2 et de HCl. On chauffe une demi-heure, on neutralise par le carbonate de soude, puis on chasse le chloroforme par distillation. Le résidu est ensuite rectifié ; il passe à 300° et se solidifie par refroidissement ; en le faisant recristalliser dans l'alcool, on obtient des paillettes incolores, fusibles à 65°. Le

picrate fond à 128°. Par oxydation au moyen du mélange chromique, le chloro-acénaphtène fournit l'acide 4-chloronaphtalique, fusible à 207°.

4° *Préparation du bromure d'acénaphtyl-magnésium.* Il se forme par l'action du magnésium sur la solution éthérée du bromo-acénaphtène. Traité par l'anhydride carbonique, il donne l'acide 4-acénaphtoïque. Celui-ci se décompose déjà à 100° et n'est pas identique à l'acide acénaphtoïque de Gattermann.

MM. A. Kaufmann et R. Radosevic ont étudié l'*action de l'acide sulfurique sur l'acétyldiphénylamine.* Ils ont obtenu, suivant la température et la concentration de l'acide, les quatre composés suivants :

1. La mésométhylacridine.
2. Un corps $C_{14}H_{11}N$, fusible à 248°.
3. Une dioxyméthylacridine.
4. Un acide tétrasulfonique de la méthylacridine.

A. P.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE DU GLOBE

Léon-W. Collet. Les dépots marins. *Encyclopédie scientifique du Dr Toulouse; Bibliothèque d'océanographie physique* de J. Richard ; 1 vol. in-12 de 326 p. avec 35 fig. dans le texte et une carte hors texte ; Paris, 1908, Octave Doin, édit.

L'excellente maison Oct. Doin à Paris vient d'entreprendre, sous la direction du Dr Toulouse, la publication d'une encyclopédie scientifique de langue française, dont on mesurera l'importance à ce fait qu'elle sera divisée en 40 sections ou bibliothèques correspondant aux différents compartiments des sciences et qu'elle comprendra un millier de volumes.

Nous tenons à signaler tout de suite à nos lecteurs un des premiers numéros de cette longue série qui vient de paraître en un élégant petit volume dû à la plume très compétente de notre collaborateur et ami le Dr Léon Collet. Il a été écrit sous l'inspiration de sir John Murray, le vrai fondateur de l'océanographie, à l'école duquel l'auteur a travaillé pendant 2 ans et donne bien par conséquent le summum de nos connaissances les plus récentes dans cette science toute jeune encore. C'est à ce titre là tout spécialement que ce nouveau traité se recommande.

Il se divise comme suit : Ire partie, les différents fonds marins, A. Classification, récolte, étude ; B. Dépôts littoraux ;C. Dépôts terrigènes ; D. Dépôts pélagiques. — IIe partie, formations d'origine chimique dans les dépôts marins. — IIIe partie, formations d'origine volcanique et cosmique. — IVe partie, formations coralligènes. — Ve partie, quelques formations intéressantes des sédiments anciens.

W. Lokhtine. Phénomènes de la congélation des rivières, causes de la formation de la glace intérieure fluviale, St-Pétersbourg, 1907. Imprimerie Russo-française, éd.

Dans le petit opuscule M. W. Lokhtine étudie les causes d'un mode spécial de formation de glace dans certaines rivières et dans certaines parties de leur cours à l'exclusion d'autres. Il s'agit de glace spongieuse et poreuse de couleur jaunâtre et imbibée d'eau, sorte d'agglomération de sable de glace impur, imprégné de débris minéraux ou végétaux entraînés par la rivière.

Cette glace friable apparaît parfois en morceaux à la surface de l'eau et se montre plus généralement dans l'eau même sous l'aspect d'amoncellements, collés aux pierres ou autres objets plongés dans le fil du courant ou sur le fond et surtout sous la couche de glace superficielle où ces amas atteignent des dimensions énormes et composent quelquefois la masse principale du volume entier des barrages de glace.

Cette glace friable contenant beaucoup de débris paraissant provenir du fond, l'opinion généralement répandue était qu'elle se formait sur le sol de la rivière, de là le nom de glace de fond qui lui avait été donné.

Revenant à une explication donnée par Gay-Lussac de ce phénomène l'auteur conclut d'un ensemble d'expériences exécutées avec beaucoup de soins que les parcelles de glace qui constituent cette alluvion se forment au contraire exclusivement à la surface, au contact de l'air froid, quoique plus légère que l'eau, sont ensuite entraînées dans la profondeur par le mouvement de tourbillonnement de celle-ci et se collant entre elles, ou à des impuretés de natures diverses flottant dans le fleuve forment sur les surfaces solides qu'elles rencontrent ce dépôt de limon glaciaire qui peut atteindre des épaisseurs considérables.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

D'AVRIL 1908

Le 1er, forte pluie dans la nuit et jusqu'à 10 h. du matin.
2, pluie dans la nuit.
3, gelée blanche le matin: pluie à 9 h. du soir.
5, pluie dans la nuit et à 9 h. du soir; neige sur le Salève.
6, pluie et neige dans la nuit; pluie jusqu'à 4 h. du soir.
7, très forte bise pendant la journée.
8, pluie à 4 h. et à 7 h. du soir.
9, forte bise pendant la journée.
17, pluie depuis 5 h. $^1/_2$ du soir.
18, pluie pendant la plus grande partie de la journée.
19, neige le matin et au commencement de l'après-midi.
21, pluie dans la nuit: forte bise le matin.
22, gelée blanche le matin.
24, pluie dans la nuit et pendant la plus grande partie de la journée. Violent vent l'après-midi.
25, pluie dans la nuit; à 1 h. et à 7 h. du soir: orage à 6 h. 30 m.
26, pluie et neige dans la nuit.
27, pluie à 7 h. du matin.
28, pluie dans la nuit et depuis 10 h. du soir.

GENÈVE — AVRIL 1908

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	ominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	22.8	25.3	29.2	25.93	+ 1.40	22.7	29.4	SSW. 2	N. 1	W. 0	var.	8.6	10	10	10	10	...	1.2	4
2	29.6	29.7	30.2	29.72	+ 5.20	29.2	30.2	NW. 0	WSW 0	NW. 0	var.	2.7	10	2	0	5	5.2	....	....
3	30.2	29.6	30.2	29.88	+ 5.37	29.3	30.2	NW. 0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	4.2	4	10	10	8	[illegible].3	....	....
4	28.9	27.9	25.1	27.55	+ 3.05	24.3	29.6	SSW. 1	SSW. 1	SSW 1	SSW. 1	5.0	9	9	1	7	...	1.7	4
5	21.4	19.8	19.8	20.86	- 3.64	18.8	24.5	S. 1	W. 1	ENE. 1	var.	5.0	8	4	10	6	4.3	3.6	6
6	20.0	20.8	22.6	20.87	- 3.62	19.5	22.6	N. 1	NE. 2	N. 0	N. 1	7.6	10	10	4	9	0.2	6.0	7
7	21.2	19.8	21.7	21.01	- 3.47	19.7	22.2	N. 1	NNE 3	N. 1	NNE. 1	11.7	7	8	9	8	...	....	....
8	22.6	22.2	22.5	22.42	- 2.06	22.0	22.8	E. 0	N. 1	N. 1	N. 1	5.6	8	5	9	8	4.2	0.7	3
9	20.7	20.7	22.0	21.15	- 3.33	20.6	23.0	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 2	**16.5**	9	5	0	3	7.2	....	....
10	22.2	22.2	22.9	22.27	- 2.22	21.8	22.9	WNW 0	N. 1	NNE. 1	N. 1	6.7	1	1	2	3	9.3	....	....
11	22.5	21.7	21.4	21.82	- 2.67	20.8	22.8	SSE. 0	NNE. 1	NNE. 1	var.	3.8	0	5	1	3	6.5	....	....
12	21.4	20.6	22.0	21.12	- 3.38	20.0	22.4	NNW. 0	NNE. 1	NNE. 0	NNE 1	6.2	6	7	1	5	4.8	....	....
13	23.0	22.1	23.2	22.56	- 1.95	21.6	23.3	NW 1	N. 1	NNE. 1	NNE. 1	10.2	2	5	0	2	10.1	....	....
14	23.6	22.5	23.9	23.15	- 1.37	21.9	24.0	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	10.7	9	1	1	3	7.6	....	....
15	25.8	25.2	24.9	24.89	+ 0.36	24.0	25.8	E. 0	N. 1	NW. 0	N. 1	3.3	10	2	1	3	7.6	....	....
16	25.7	24.5	24.1	24.64	+ 0.09	23.2	25.7	NNW 0	NNW. 1	NW 1	N. 1	4.0	3	8	10	7	2.9	....	....
17	21.2	22.6	23.0	23.36	- 1.20	22.2	24.2	W. 0	N. 1	WNW 1	var.	4.8	0	6	10	6	8.2	9.5	**14**
18	19.7	17.4	15.6	18.20	- 6.38	15.3	22.6	WNW 0	NW. 1	N. 1	var.	2.5	0	1	10	5	...	2.1	7
19	14.9	15.4	16.3	**15.38**	**- 9.22**	**14.8**	16.3	N. 1	SW. 1	SW. 1	var.	8.8	9	9	3	7	1.5	0.3	1
20	15.3	16.4	18.5	16.26	- 8.36	15.1	18.9	SSW. 1	ESE. 1	NE. 1	var.	7.6	9	9	1	7	3.5	0.7	2
21	20.4	21.9	26.0	21.90	- 2.76	19.1	26.0	WNW 1	NNE. 2	NNW 1	NNE. 1	9.2	9	6	1	5	7.2	....	....
22	26.4	25.1	24.7	25.47	+ 0.80	24.3	26.4	W. 1	SSW. 1	W. 0	SSW. 1	2.5	2	4	0	2	10.1	....	....
23	24.3	22.6	20.5	22.79	- 1.90	19.8	24.9	WSW 0	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	8.3	7	3	8	5	8.1	5.4	4
24	16.6	15.5	19.6	17.46	- 7.26	15.0	19.8	N. 1	NE. 1	SW. 1	var.	7.9	10	10	9	10	...	**24.8**	11
25	17.9	18.0	22.3	18.95	- 5.80	17.7	23.2	S. 1	WNW 1	SSW. 1	var.	4.6	10	10	6	9	...	11.2	7
26	24.9	24.9	26.1	24.69	- 0.09	23.0	26.1	SW. 1	WSW 1	SSW. 1	SSW. 1	5.6	4	3	2	4	10.5	0.2	1
27	26.2	27.1	25.3	26.14	+ 1.33	25.3	27.2	WSW. 1	N. 1	N. 1	N. 1	6.3	10	9	2	6	3.8	0.1	1
28	24.1	23.1	25.3	24.00	- 0.84	23.1	26.2	W. 0	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	6.9	6	10	10	9	3.3	2.5	3
29	29.1	29.6	31.6	29.33	+ 4.45	26.0	3[illegible].8	SSW. 1	W. 1	W. 0	SSW 1	6.1	1	6	0	2	11.7	....	....
30	32.8	32.5	32.5	**32.46**	**+ 7.55**	31.8	**33.0**	W. 0	NNW. 1	N. 1	var.	6.3	0	1	0	1	**12.5**	..	....
Mois	23.28	22.88	23.76	23.21	- 1.56							6.4	6.1	6.0	4.4	5.6	153.6	70.0	75

Jour du mois	Température 7 h.	Température 1 h.	Température 9 h.	Température Moyenne 8 Observ.	Température Ecart avec la normale	Température Min.	Température Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	Fraction de Saturation en % 1 h.	Fraction de Saturation en % 9 h.	Fraction de Saturation en % Moyenne 8 Obs.	Fraction de Saturation en % Ecart av. la norm.	Fraction de Saturation en % Min.	Fraction de Saturation en % Max.	Tempér. du Rhône Midi	Tempér. du Rhône Ecart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+ 7.0	+ 8.3	+ 7.0	+ 7.26	+ 0.43	+ 5.0	+11.0	84	62	62	73	+ 1	46	86	6.1	− 0.9	812
2	4.4	12.0	6.7	7.31	+ 0.34	3.2	13.6	80	36	68	67	− 5	32	87	6.6	− 0.7	830
3	3.0	12.5	9.4	7.64	+ 0.54	0.8	14.6	83	50	70	67	− 4	44	90	6.5	− 0.9	817
4	7.2	9.3	5.3	7.49	+ 0.25	4.2	11.2	64	41	56	55	−16	40	71	6.2	− 1.3	802
5	1.7	7.2	3.9	4.22	− 3.16	1.3	8.0	95	60	76	76	+ 5	50	96	...	.....	825
6	0.9	5.6	3.9	3.41	− 4.10	0.7	6.6	97	70	88	**90**	**+19**	65	98	6.2	− 1.5	820
7	3.8	5.8	3.9	4.29	− 3.36	2.4	6.2	80	63	82	79	+ 8	62	96	6.0	− 1.8	845
8	2.4	7.5	6.3	4.85	− 2.94	0.5	9.0	86	64	93	84	+13	58	97	6.4	− 1.4	825
9	6.2	8.4	6.3	7.24	− 0.69	5.3	11.2	79	65	67	69	− 2	41	95	6.7	− 1.2	840
10	3.7	10.7	7.9	7.44	− 0.63	1.8	12.5	81	33	68	59	−11	25	88	7.0	− 1.0	807
11	5.6	12.5	9.1	8.60	+ 0.39	3.5	13.5	79	41	67	64	− 6	40	88	7.5	− 0.6	810
12	5.6	10.4	9.1	8.38	+ 0.03	4.4	14.1	87	60	70	71	+ 1	36	92	...	.....	820
13	4.6	12.2	7.9	8.15	− 0.31	3.2	13.4	86	41	60	64	− 6	38	94	8.2	− 0.1	812
14	4.4	9.7	8.2	7.28	− 1.35	3.5	11.5	77	58	68	66	− 4	50	82	8.3	− 0.1	832
15	4.6	12.2	10.5	8.95	+ 0.18	3.3	14.2	87	51	66	69	− 1	49	90	8.6	+ 0.1	810
16	6.8	15.2	12.8	10.61	+ 1.70	4.2	16.8	84	58	63	69	− 1	46	90	8.3	− 0.3	817
17	9.5	17.8	9.3	12.00	+ **2.95**	7.5	20.0	84	41	92	71	+ 1	37	94	...	.....	825
18	8.4	11.8	8.9	9.08	− 0.11	8.0	13.6	92	60	75	83	+13	56	96	8.5	− 0.3	845
19	5.2	5.8	2.2	5.06	− 4.28	+ 2.0	8.0	46	54	69	54	−16	39	76	...	....	865
20	0.4	0.2	0.5	**1.65**	− **7.83**	− 0.3	6.5	92	96	74	72	+ 2	40	98	...	....	857
21	0.6	5.3	2.6	2.26	− 7.36	− 1.3	6.4	82	35	55	65	− 5	30	94	7.2	− 1.9	892
22	1.2	10.7	6.4	5.24	− 4.52	− **1.4**	12.9	76	31	51	53	−17	28	83	7.4	− 1.8	872
23	5.3	13.9	10.7	9.25	− 0.66	+ 4.0	15.4	63	25	47	**46**	**−24**	**23**	78	8.0	− 1.3	857
24	5.7	7.9	5.1	6.27	− 3.78	4.5	10.7	97	83	83	79	+ 9	52	**99**	7.4	− 2.0	890
25	4.6	3.6	2.4	3.73	− 6.47	1.4	6.8	87	92	72	83	+13	58	94	7.2	− 2.3	962
26	2.0	9.8	6.4	5.72	− 4.62	1.0	11.7	73	37	50	58	−11	27	85	...	.....	925
27	6.7	10.3	7.9	9.29	− 0.19	6.6	17.0	79	70	86	66	− 3	39	89	7.2	− 2.5	925
28	9.5	19.7	14.5	**13.33**	+ 2.70	4.5	**20.4**	75	51	57	62	− 7	37	90	7.8	− 2.0	925
29	10.6	15.3	10.8	12.58	+ 1.81	8.2	18.0	66	45	58	59	−10	33	86	8.2	− 1.7	932
30	+ 8.0	+16.3	+11.8	+11.80	+ 0.88	+ 4.2	17.3	76	25	65	56	−13	24	86	8.4	− 1.6	917
	...	....	....	....	....	...	....	..	..	.	..	..	..	..	...	.....	...
Mois	+ 4.99	+ 10.26	+ 7.26	+ 7.35	− 1.62	+ 3.21	+ 12.40	81	54	69	68	− 2			7.34	− 1.41	852

MOYENNES DE GENÈVE. — AVRIL 1908

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	24.81	24.17	23.95	24.04	23.81	23.63	24.33	24.62	24.17
2e »	21.66	21.46	21 62	21.42	20.83	20.22	21.60	21.30	21.14
3e »	24.11	23.90	24.27	24.43	24.02	23.76	24.66	25.42	24.32
Mois	23.52	23.18	23.28	23.29	22.88	22.54	23.19	23.78	23.21

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 4.55	+ 3.64	4.03	+ 7.19	+ 8.73	+ 8 42	+ 6.82	+ 5.54	+ 6.12
2e »	6.40	5.06	5.51	8.65	10.78	10.86	9 16	7.40	7.98
3e »	4.96	3.96	5.42	9.10	11 28	12.19	9.41	7.26	7 95
Mois	+ 5.30	+ 4.22	+ 4.99	+ 8.31	+10.26	+10.49	+ 8.46	+ 6.73	+ 7.35

Fraction de saturation en %

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
1re décade	81	85	83	66	57	58	68	77	72
2e »	75	82	81	65	56	54	63	70	68
3e »	68	77	77	60	49	45	55	70	63
Mois	75	81	81	63	54	52	62	72	68

Dans ce mois l'air a été calme 128 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{99}{49} = 2.02$.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

	mm
Pression atmosphérique......	723.31
Nébulosité	5.5
Température $\frac{7+1+9}{3}$ ..	+7°.50
Température $\frac{7+1+2\times 9}{4}$ ..	+ 7°.44
Fraction de saturation........	68 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

	mm
Press. atmosphér.. (1836-1875)	724.77
Nébulosité.. ..... (1847-1875).	5.8
Hauteur de pluie.. (1826-1875).	56mm.8
Nombre de jours de pluie. (id.).	11
Température moyenne... (id.).	+ 8°.97
Fraction de saturat. (1849-1875)	70 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CELIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIERES
Hauteur d'eau en mm.	79.7	71.7	70.4	64.2	66.2	56.2	62.0

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	71.5	70.0	73.1	53.5	85.2	78.7

Insolation à Jussy : 162h.5.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

D'AVRIL 1908

Le 1er, violente bise, brouillard et neige.
3, brouillard.
les 5, 6 et 9, très forte bise, brouillard et neige.
les 7, 8 et 11, brouillard.
le 14, neige et fort vent.
les 15, 16 et 18, brouillard, fort vent et neige.
le 19, forte bise et brouillard.
20, neige.
21, violente bise.
23, très fort vent.
les 24 et 25, très fort vent et neige.
les 27 et 29, forte bise, brouillard et neige.
le 30, très forte bise.

GRAND SAINT-BERNARD — AVRIL 1908

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	56.8	57.4	61.8	58.7	− 1.7	56.6	62.1	NE. 4	NE. 4	NE. 2	NE. 3	10	10	10	10	3.9	3
2	62.3	63.8	64.6	63.6	+ 3.2	62.2	64.7	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	8	7	1	5	....	....
3	65.0	65.2	65.0	65.0	+ 4.5	64.8	65.5	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	5	10	5	...	....
4	62.5	62.4	58.9	61.3	+ 0.8	57.2	63.9	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	2	1	4	3	...	...
5	54.3	53.5	53.3	53.7	− 6.9	53.0	56.8	NE. 3	NE 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	3.4	2
6	53.4	55.2	57.0	55.2	− 5.4	53.2	57.1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	5	10	8	4.4	3
7	55.1	54.2	57.1	55.5	− 5.2	54.0	57.2	NE. 1	NE. 2	SW. 2	NE. 2	4	10	10	8	....	....
8	57.5	58.4	58.2	58.0	− 2.8	57.3	58.6	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	5	4	10	6	.. .	....
9	56.4	57.0	56.4	56.6	− 4.2	56.3	57.5	NE. 2	NE. 3	NE. 2	NE. 2	10	6	10	9	5.4	5
10	56.5	56.6	59.2	57.1	− 3.5	56.1	59.4	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	0	4	10	5	....	....
11	58.8	59.1	59.1	59.0	− 2.0	58.6	59.5	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	1	3	5	....	....
12	58.3	58.3	59.9	58.8	− 2.2	58.0	60.1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	8	10	10	9	....	....
13	59.5	59.4	59.9	59.6	− 1.5	59.1	60.2	NE. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	5	7	10	7	...	....
14	59.4	59.8	62.2	60.5	− 0.7	59.4	62.3	SW. 2	SW. 1	SW. 2	SW. 2	3	10	10	8	4.7	3
15	63.0	64.0	63.8	63.6	+ 2.3	63.0	64.1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW 2	10	10	10	10	2.9	2
16	64.3	64.6	64.8	64.6	+ 3.2	64.1	65.0	SW. 2	SW. 3	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	2.8	1
17	63.2	62.6	61.0	62.3	+ 0.8	60.9	63.4	SW. 3	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	....	....
18	57.4	56.1	53.7	55.7	− 5.8	53.0	57.6	SW. 1	SW. 1	SW 1	SW. 1	10	10	10	10	7.5	5
19	50.3	49.8	49.6	49.9	−11.7	49.4	50.6	NE. 2	NE. 2	NE. 3	NE. 2	10	10	10	10	. ..	...
20	48.8	49.4	48.6	**48.9**	**−12.8**	**48.4**	49.6	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	7.1	4
21	51.4	53.0	57.1	53.8	− 8.0	50.9	57.4	NE. 3	NE. 3	NE. 3	NE. 3	10	4	2	5	....	. .
22	58.5	59.6	60.4	59.5	− 2.4	58.0	60.5	NE. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	0	0	0	0	....	....
23	60.0	60.5	59.3	59.9	− 2.1	58.0	60.6	SW. 2	SW. 1	SW. 4	SW. 2	10	8	10	9	....	....
24	56.2	55.3	55.3	55.6	− 6.5	55.0	56.4	SW. 3	SW. 3	SW. 2	SW. 3	10	10	10	10	**26.7**	**32**
25	54.5	54.4	55.6	54.8	− 7.4	54.2	55.8	SW. 3	SW. 3	SW. 1	SW. 2	10	10	10	10	7.0	7
26	57.2	58.9	61.5	59.2	− 3.1	57.0	61.7	SW. 1	NE. 1	SW. 1	SW. 1	10	2	10	7	....	....
27	59.7	64.2	64.6	62.8	+ 0.5	59.5	64.8	SW. 2	NE. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	2	7	11.2	7
28	63.5	64.2	64.1	63.9	+ 1.5	63.3	64.4	SW. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	1	2	10	4	....	.. .
29	61.8	66.0	67.7	66.2	+ 3.7	64.6	67.9	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	4	1	5	3.8	2
30	67.8	69.0	69.2	**68.7**	+ **6.1**	67.6	**69.4**	NE 3	NE. 2	NE. 2	NE. 2	0	0	1	1	....	....
Mois	58.55	59.06	59.63	59.08	− 2.55							7.2	6.8	7.8	7.3	90.8	76

GRAND SAINT-BERNARD — AVRIL 1908

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Écart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	− 5.4	− 5.9	− 9.6	− 7.0	− 1.5	−10.0	− 5.4	100	100	100	100	89	100
2	−10.6	− 6.6	− 7.6	− 8.3	− 2.9	−11.6	− 6.5	98	74	96	89	66	99
3	− 4.8	+ 1.4	− 5.2	− 2.9	+ 2.3	− 8.0	+ 2.6	66	47	98	71	35	100
4	− 8.4	− 4.1	− 9.2	− 7.2	− 2.1	− 9.6	− 1.8	87	70	92	83	50	95
5	−12.4	− 8.1	−11.0	−10.5	− 5.5	−13.0	− 8.0	95	92	95	94	81	95
6	−11.6	− 4.4	−10.3	− 8.8	− 3.9	−12.5	− 3.3	95	63	74	77	55	98
7	−10.7	− 6.2	− 7.8	− 8.2	− 3.5	−13.3	− 6.0	68	78	100	82	58	100
8	− 8.7	− 2.7	− 6.2	− 5.9	− 1.3	−10.2	− 1.2	72	57	100	76	47	100
9	− 6.4	− 3.6	− 7.2	− 5.7	− 1.2	− 7.4	− 3.5	100	100	96	99	57	100
10	−10.2	− 5.1	− 7.2	− 7.5	− 3.1	−11.0	− 3.8	97	67	100	88	56	100
11	− 7.0	− 2.4	− 5.6	− 5.0	− 0.8	− 8.4	− 0.1	100	62	80	81	52	100
12	− 5.2	− 3.4	− 5.2	− 4.6	− 0.5	− 7.0	− 2.1	88	95	100	94	73	100
13	− 7.6	− 2.2	−11.8	− 7.2	− 3.2	−12.2	− 0.1	80	65	94	79	53	98
14	− 5.8	− 3.2	− 3.8	− 4.3	− 0.5	− 6.8	− 2.0	100	90	100	97	76	100
15	− 3.6	− 1.8	− 3.6	− 3.0	+ 0.7	− 4.6	− 1.1	100	99	100	100	74	100
16	− 4.4	− 3.4	− 4.0	− 3.9	− 0.3	− 5.0	− 2.8	100	96	100	99	83	100
17	− 4.0	− 2.7	− 3.8	− 3.5	− 0.1	− 4.6	− 0.6	100	100	98	99	81	100
18	− 3.2	− 1.0	− 4.6	− 2.9	+ 0.4	− 5.5	0.0	93	90	100	94	74	100
19	− 6.4	− 7.4	−13.0	− 8.9	− 5.8	−14.0	− 5.0	100	99	94	98	80	100
20	−12.6	− 9.0	−13.0	−11.5	− 8.5	−16.0	− 8.0	90	75	82	82	55	92
21	−15.6	−12.0	−14.0	**−13.9**	**−11.0**	**−17.0**	−11.0	88	74	88	83	64	92
22	−13.5	− 4.6	− 9.2	− 9.1	− 6.4	−15.6	− 3.0	90	47	67	68	33	94
23	− 9.4	− 5.6	− 7.2	− 7.4	− 4.8	−10.4	− 1.5	98	70	100	89	52	100
24	− 7.2	− 6.2	− 6.0	− 6.5	− 4.1	− 8.0	− 5.0	100	100	100	100	92	100
25	− 6.8	− 5.0	− 8.4	− 6.7	− 4.4	− 8.8	− 4.0	100	100	90	97	83	100
26	−11.8	− 6.8	−10.0	− 9.5	− 7.4	−13.6	− 5.0	94	82	68	81	50	96
27	− 4.4	+ 1.4	− 1.6	− 1.5	+ 0.5	−10.0	+ 1.8	96	71	67	78	53	100
28	− 1.6	+ 3.4	− 0.2	**+ 0.5**	**+ 2.4**	− 3.1	**+ 5.2**	55	48	72	**58**	32	94
29	− 2.7	+ 0.6	− 4.7	− 2.3	− 0.6	− 6.4	+ 2.4	100	53	100	84	40	100
30	− 5.9	+ 1.6	− 2.4	− 2.2	− 0.6	− 6.5	+ 2.7	85	32	69	62	**28**	92
Mois	− 7.60	− 3.83	− 7.11	− 6.18	− 2.91	− 9.67	− 2.54	91	75	91	86		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — AVRIL 1908

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : – 0mm.22. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + / **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	57.98	58.37	59.15	58.50	88	75	95	86
2e »	58.30	58.31	58.26	58.29	95	87	95	92
3e »	59.36	60.51	61.48	60.44	91	68	82	80
Mois	58.55	59.06	59.63	59.08	91	76	91	86

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 8.92	— 4.53	— 8.13	— 7.19	— 7.43
2e »	— 5.98	— 3.65	— 6.84	— 5.49	— 5.83
3e »	— 7.89	— 3.32	— 6.37	— 5.86	— 5.99
Mois	— 7.60	— 3.83	— 7.11	— 6.18	— 6.41

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{98}{72} = 1.36$.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres	36.9	29.1	32.5	90.8
Neige en centimètres....	0cm	0cm	16cm	76cm

CHALEUR SPÉCIFIQUE

ET

Champ moléculaire des substances ferromagnétiques

PAR

Pierre WEISS et Paul-N. BECK

I

L'hypothèse du champ moléculaire rend compte d'une manière frappante des propriétés magnétiques des corps à diverses températures, de celles des cristaux ferromagnétiques et d'un certain nombre de particularités de la courbe d'aimantation des métaux isotropes en apparence [1].

Les quantités d'énergie mises en jeu par l'aimantation et la désaimantation des substances ferromagnétiques accompagnant les variations de températures sont, par suite de l'énormité des champs moléculaires, du même ordre de grandeur que celles qui sont nécessaires à l'échauffement des corps. On sait, d'autre part, depuis les expériences fondamentales de Pionchon [2], que les chaleurs spécifiques des métaux magnétiques

[1] *J. de Phys.*, 4e série, t. VI, p. 661 ; 1907.

[2] Pionchon, *Ann. Chim. Phys.*, 6e série, t. XI, p. 33 ; 1887.

présentent des anomalies. Le but du présent travail est de montrer que ces anomalies correspondent quantitativement aux variations de l'énergie magnétique.

I. — Partie magnétique.

L'énergie mutuelle d'un certain nombre d'aimants de moment magnétique invariable μ est :

$$E = -\frac{1}{2}\Sigma\mu H \cos\alpha,$$

H étant le champ dans lequel est placé l'un d'entre eux et provenant de tous les autres, et α l'angle de H avec μ.

Lorsque cette somme est étendue à tous les aimants élémentaires contenus dans 1 centimètre cube, H devient le champ moléculaire H_m et l'intensité d'aimantation I est la somme géométrique des moments magnétiques μ. L'énergie d'aimantation par unité de volume est donc :

$$E = -\frac{1}{2} IH_m,$$

ou encore, puisque le champ moléculaire est relié à l'intensité d'aimantation I par $H_m = NI$, où N est un coefficient constant :

$$E = -\frac{1}{2} NI^2.$$

Cette énergie est négative ; il faudra donc fournir de l'énergie pour désaimanter. Or I décroît d'une manière continue quand la température s'élève du zéro absolu à la température θ de disparition du ferro-

magnétisme spontané. La quantité totale de chaleur absorbée par le phénomène magnétique dans l'unité de masse du corps, entre la température où l'intensité d'aimantation est I et la température θ, est donc :

$$q_m = \frac{1}{2}\frac{N}{D}I^2 = \frac{1}{2\mathfrak{J}}\frac{H_m.I}{D},$$

où $\mathfrak{J}$ est l'équivalent mécanique de la calorie, et D la densité. Et il s'ajoute à la chaleur spécifique un terme magnétique :

$$c_m = \frac{1}{2\mathfrak{J}}\cdot\frac{N}{D}\frac{\partial I^2}{\partial t}$$

L'intensité d'aimantation I étant connue en fonction de la température, il suffit de déterminer le coefficient N. Rappelons, à cet effet, que l'on appelle constante de Curie le produit du coefficient d'aimantation spécifique χ d'un corps *paramagnétique* par la température absolue T. Le coefficient χ, lui-même, est la susceptibilité divisée par la densité. La constante de Curie C est liée à la constante N par la formule [1] :

$$C . N . D = \theta.$$

Or les trois substances étudiées ne sont pas toutes connues à l'état paramagnétique (état du fer γ), mais la constante de Curie dont la connaissance est nécessaire, peut encore se déduire du coefficient d'aimantation spécifique χ' à l'état de ferromagnétisme sollicité par le champ extérieur (état β). En effet [1] :

$$\chi'(T - \theta) = C.$$

[1] *Loc. cit.*, p. 686.

Pour ce qui est du terme $\frac{\partial I}{\partial t}$, la théorie fondée sur le champ moléculaire qui donne la variation de I en fonction de la température est d'accord, exactement, avec les résultats de l'expérience pour la magnétite. Pour le fer et le nickel, les résultats expérimentaux ont seulement la même physionomie générale. Réservant pour une publication ultérieure la discussion, pour chaque substance, du degré d'approximation de la théorie, dans la région α, nous nous servirons ici des valeurs expérimentales de I. Pour le fer, nous les emprunterons à Pierre Curie ; pour le nickel et la magnétite, nous aurons recours aux expériences nouvelles faites par l'un de nous. Ces expériences ne sont pas encore définitives, mais elles sont déjà plus précises que les mesures thermiques auxquelles il s'agit de les comparer.

Nous déduirons de ces expériences les quantités de chaleur q_m nécessaires pour la désaimantation depuis les diverses températures auxquelles l'intensité d'aimantation a été observée jusqu'à θ, et ensuite la valeur moyenne $\frac{\Delta q_m}{\Delta t}$ du terme magnétique de la chaleur spécifique correspondant aux intervalles de températures entre deux mesures successives. Ces intervalles étant suffisamment petits, on aura ainsi une image assez approchée du terme magnétique de la chaleur spécifique vraie.

Fer. — On a, d'après les expériences de Curie, des valeurs quelque peu divergentes de la constante de Curie. J'adopte une valeur moyenne $C = 0,034$ [1].

[1] *Loc. cit.*, p. 685 et suiv., il a été donné par erreur pour toutes les constantes de Curie, tant expérimentales que calculées, une

La température θ est $756° + 273°$ et $D = 7,86$, d'où :

$$N = \frac{756° + 273°}{0,034 \cdot 7,86},$$

et le champ moléculaire, pour l'intensité d'aimantation trouvée par Curie égale à $216,3 \times 7,86 = 1,700$ à la température ordinaire :

$$H_m + NI = 6\,530\,000 \text{ gauss.}$$

L'énergie de désaimantation par unité de masse est :

$$\frac{1}{2} \times 6\,530\,000 \times 216,3 = 70,6 \times 10^7 \text{ ergs.}$$

et

$$q_m^{20°} = \frac{70,6}{4,19} = 16,8 \text{ cal.}$$

En adjoignant à ce nombre ceux de la deuxième colonne du tableau I, empruntés au tablean XII de Curie[1], on a calculé la troisième et la quatrième colonne du tableau I.

TABLEAU I. — *Fer.*

t^0	$\frac{I}{D}$ C. G. S.	q_m cal.	$c_m = \frac{\Delta q_m}{\Delta t}$	dans l'intervalle
20°	216.3	16.8		
275°	207.5	15.5	0,005	20°-275°
477°	189.6	12.9	0,013	275°-477°
601°	164.0	9.7	0,026	477°-601°
688°	127.0	5,8	0 045	601°-688°
720°	100.7	3.6	0,068	688°-720°
740°	64.0	1.5	0.108	720°-740°
744°.6	50.1	0.9	0.136	470°-744°,6
753°	0 par extrapolation			

valeur dix fois trop faible. Les conclusions n'en sont pas altérées, sauf pour la valeur numérique du champ moléculaire, dix fois trop grande.

[1] P. Curie, *Ann. Chim. Phys.*, 7e série, t. V. p. 289; 1895.

Donc, à la température ordinaire, la chaleur spécifique n'est altérée par le phénomène magnétique que de 1 : 20 de sa valeur, tandis que dans le voisinage de θ l'appoint magnétique est de 0,136 ; ce terme disparaît brusquement à θ°. Tout se passera donc comme si la chaleur spécifique était supérieure à ce qu'elle est pour une substance non magnétique, et plus rapidement croissante, pour subir ensuite une discontinuité brusque de — 0,136 la ramenant à la valeur normale à la température θ.

Nous sommes conduits, par cette discussion, à la conception d'un phénomène thermique nettement différent de la chaleur de fusion. Tant que les phénomènes thermiques ne sont pas serrés de très près, les deux genres de transformation ne sont pas aisés à distinguer. Les courbes de M. Osmond[1], représentant l'inverse de la vitesse de refroidissement en fonction de la température, se prêtent très bien à la découverte des transformations, mais elles peuvent s'interpréter aussi bien dans l'hypothèse d'une chaleur latente absorbée à une température déterminée que dans celle d'une diminution brusque de la chaleur spécifique.

Nickel. — Les expériences de Curie se rapportent seulement à l'état β. On peut en déduire la température θ en remarquant que $\frac{1}{\chi}$ varie proportionnellement avec $T - \theta$, et l'on trouve, au moyen des nombres du tableau XV de Curie, $\theta = 376^\circ + 273^\circ$. De ce même tableau on déduit :

$$\chi' = 13{,}5 \times 10^6 \quad \text{à} \quad T = 800^\circ + 273,$$

[1] *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*, 1888.

d'où :

$$C = \chi' (T - \theta) = 0,00574;$$

$$N = \frac{\theta}{C \times D} = 12700,$$

en admettant, pour la densité, D = 8,8. Le champ moléculaire à la température ordinaire, où I = 500, est :

$$NI = 6\,350\,000 \text{ gauss},$$

et, par suite, la quantité de chaleur à fournir pour la désaimantation entre la température ordinaire et la température θ :

$$q_m = 4,3 \text{ cal}.$$

Le tableau II a été établi avec ce nombre et nos nouvelles mesures de I (I^2, colonne 2).

Tableau II. — *Nickel.*

	I^2 (unité arbitr.)	q_m cal.	$c_m = \frac{\Delta q_m}{\Delta t}$	dans l'intervalle
22°,9	260,75	4,3		
100°	235,5	3,89	0,005	22°,9-100°
187°	195,0	3,22	0,008	100° -187°
247°	152,6	2,52	0,012	187° -247°
291°	110,7	1,82	0,016	247° -291°
336°	58,15	0,96	0,019	291° -336°
358°,5	26,7	0,44	0,023	336° -358°,5
369°,5	9,9	0,165	0,025	358°,5-369°,5
376°	0 par extrapolation			

Magnétite. — Les expériences de Curie commencent, pour la magnétite comme pour le nickel, à la région β. On en déduit (tableau XIX de Curie) :

$$\theta = 536° + 273°, \quad \text{et à } T = 600° + 273°, \quad \chi' = 73,2 \times 10^{-6};$$

d'où :

$$C = \chi' (T - \theta) = 0,00468;$$

$$N = \frac{\theta}{C \cdot D} = 33\,200,$$

en admettant, pour la densité, $D = 5,2$. L'intensité d'aimantation à saturation à la température ordinaire étant $I = 430$:

$$NI = 14\,300\,000 \text{ gauss.}$$

Pour tous les échantillons de magnétite que l'un de nous a examinés, θ était voisin de $588° + 273°$; l'identité avec la matière étudiée par Curie est donc douteuse, mais une nouvelle série de mesures dans la région β nous a donné :

$$NI = 14\,600\,000 \text{ gauss,}$$

qui concorde d'une manière inespérée avec la valeur tirée des expériences de Curie. On en déduit :

$$q_m = 14,4 \text{ cal.}$$

Le tableau III a été établi avec ce nombre et nos nouvelles mesures de I (I^2, colonne 2).

TABLEAU III. — *Magnétite.*

t	I^2 (unité arbitr.)	q_m cal.	$c_m = \frac{\Delta q_m}{\Delta t}$	dans l'intervalle
15°,2	479,2	14.4		
100°	418,8	12,6	0,021	15°,2-100°
187°,3	354,8	10,7	0,022	100° -187°,3
269°	294,2	8,8	0,022	187°,3-269°
353°	233,5	7,0	0,022	269° -353°
436°,5	168,5	5,1	0,023	353° -436°,5
488°,7	123,5	3,7	0,026	436°,5-488°,7
513°,4	97,5	2,9	0,032	488°,7-513°,4
536°,5	70,5	2,1	0,035	513°,4-536°,5
562°	39,8	1,2	0,036	536°,5-562°
567°	33,3	1,0	0,039	562° -567°
572°	26,6	0,8	0,040	567° -572°
577°	18,6	0,56	0,048	572° -577°
588°	0 par extrapolation			

II. — Partie thermique.

C'est l'apparition d'un coude brusque dans la courbe des chaleurs spécifiques moyennes entre 17° et $t°$ de la magnétite et, par conséquent, d'une discontinuité dans les chaleurs spécifiques vraies, qui a suggéré l'évaluation magnétique de cette discontinuité.

Pour contrôler, au moyen d'expériences calorimétriques, les résultats magnétiques que nous avons exposés ci-dessus, il est nécessaire que, dans le voisinage de la perte du ferromagnétisme spontané, les expériences soient suffisamment rapprochées pour fixer le détail du phénomène. Parmi les expériences antérieures à ce travail[1] sur la chaleur spécifique des métaux magnétiques aux diverses températures, celles de Pionchon sur le fer sont seules assez complètes. Celles de Pionchon sur le nickel et le cobalt, celles de Tilden sur le nickel donnent trop peu de points dans le voisinage de la température θ ; celles de Harker sur le fer, assez exactes sans doute dans l'ensemble, présentent des erreurs accidentelles assez grandes pour rendre impossible la détermination des chaleurs spécifiques pour de petits intervalles.

Malheureusement l'échelle des températures de Pionchon est différente de celle de nos expériences magnétiques et thermiques dans lesquelles les couples thermoélectriques ont été étalonnés avec les points fixes de Holborn et Day. Nous avons donc fait une

[1] Pionchon. *Ann. Chim. Phys.*, 6e série, t. XI. p. 33; (*Fer, Nickel, Cobalt*); — Tilden, *Phil. Trans.*, A. t. CCI, p. 37; 1903 (*Nickel*); — Harker, *Phil. Mag.*, 6e série, t. X, p. 430; 1905 (*Fer*).

étude calorimétrique nouvelle du fer, du nickel et de la magnétite. Pour utiliser néanmoins les expériences si soignées de Pionchon, nous avons apporté à ses températures une correction fondée sur la comparaison des chaleurs totales entre 0° et t°, pour le fer dans ses expériences et dans les nôtres. Avec le degré d'approximation inhérent à ce genre d'opérations, on peut admettre que les échelles sont identiques jusqu'à 256°, qu'ensuite, entre 256° et 750°, la correction à ajouter est proportionnelle à l'excès de la température sur 256° et atteint 48° à 750°. A partir de cette température, la correction est constante; elle concorde avec l'écart entre le point de fusion de l'argent de Pionchon (907°) et celui de J. Violle (954°) et de Holborn et Day (955°).

Cette correction, linéaire dans l'intervalle qui comprend la transformation magnétique, réduit donc dans un rapport constant toutes les chaleurs spécifiques de cet intervalle, et comporte par conséquent un minimum d'arbitraire.

Tableau IV. *Fer* (Pionchon).

t° (Pionchon)	t° corrigé	q cal	$c = \frac{\Delta q}{\Delta t}$	dans l'intervalle
98°,3	98°,3	11,1	0,1128	0 - 98°,3
308°,2	313°,9	37,82	0,1239	98°,3 - 313°,9
491°,6	515°,2	66,97	0,1448	313°,9 - 515°,2
535°,5	563°,4	74,67	0,1597	515°,2 - 563°,4
576°,7	608°,6	82,49	0,1730	563°,4 - 608°,6
607°	641°,8	88,46	0,1798	608°,6 - 641°,8
618°,3	654°,3	90,71	0,1814	641°,8 - 654°,3
636°,4	674°,1	94,40	0,1864	654°,3 - 674°,1
647°,3	686°,5	96,84	0,2042	674°,1 - 686°,5
655°,2	694°,7	98,54	0,1965	686°,05- 694°,7
666°,6	707°,25	101,26	0,2167	694°,7 - 707°,25
684°,2	726°,56	106,10	0,2322	707°,25- 726°,55

t° (Pionchon)	t° corrigé	q cal	$c = \frac{\Delta q}{\Delta t}$	dans l'intervalle
698°.6	742°.35	110.33	0.2677	726°.55- 742°.35
710°.6	755°.5	114.37	0.3072	742°.35- 755°,5
730°.2	777°.05	119.90	0,2482	755°.5 - 777°.05
785°.3	833°.3	132.11	0.2170	777°.05- 833°.3
801°.4	849°.4	135.99	0.2410	833°.3 - 849°.4
832°.1	880°.1	142.70	0.2184	849°.4 - 880°.1
956°.3	1004°.3	169.16	0.2132	880°.1 -1004°.3
1006°.1	1054°.1	180.51	0.2280	1004°.3 -1054°.1
1056°.45 *	1104°,45	186.695	0.1228	1054°.1 -1104°,45
1083°.7	1131°.7	192.54	0.2146	1104°.45-1131°.7
1115°.8*	1163°,8	198.80	0.1638	1131°.7 -1163°.8
1125°.5	1173°.5	200,61	0.1866	1163°,8 -1173°.5
1158°,3	1206°,3	206.51	0.1798	1173°.5 -1206°.3

* Moyenne de deux mesures faites à des températures très voisines.

Expériences calorimétriques nouvelles [1]. — *Calorimètre et four électrique.* — La disposition des appareils est représentée dans la fig. 1. Nous nous sommes servis du modèle ordinaire de calorimètre à eau avec enceinte à température constante. Suivant la quantité de chaleur à mesurer, il contenait des quantités d'eau variant de 1 kg,3 à 2 kilogrammes, de sorte que l'élévation de température restât comprise entre 1° et 3°.

Les températures du calorimètre ont été mesurées au moyen d'un thermomètre Beckmann B, dont l'échelle embrassait un intervalle de 6°, divisés en centièmes de degré. Ce thermomètre a été comparé avec soin à un thermomètre de même espèce muni d'un certificat de l'Institut physico-technique de Charlottenburg. Les corrections ainsi déterminées ont une marche régulière et n'ont pas dépassé un petit nombre

[1] Les expériences calorimétriques ont toutes été faites par M. Paul-N. Beck.

de millièmes de degré. La tige du thermomètre a été protégée par un carton d'amiante A contre le rayonnement du four électrique, et l'on assurait, au moyen d'un deuxième thermomètre placé dans le voisinage, de l'invariabilité de sa température.

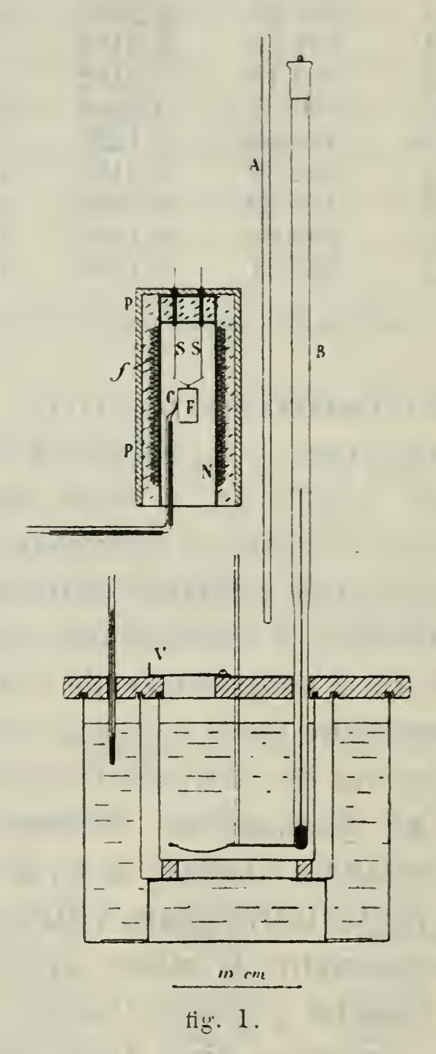


fig. 1.

La correction de refroidissement du calorimètre a été faite en observant la marche du thermomètre B avant et après l'opération. Elle a toujours été très faible, la durée de l'échange de chaleur n'était que de une minute environ pour le nickel et la magnétite.

Pour le fer elle a été, au début, de deux minutes et a atteint à la fin six minutes, lorsque, à la suite des chauffages répétés, l'enveloppe de platine se fut gonflée par un dégagement de gaz à l'intérieur.

Le four électrique est composé d'une carcasse en tôle de nickel N, de 2 millimètres d'épaisseur, qui a pour but d'uniformiser la température grâce à la bonne conductibilité du métal ; le nickel a été choisi à cause de son inaltérabilité. Le four est fermé à sa partie supérieure par un double fond. Le tube de nickel est recouvert d'une lame de mica sur laquelle est enroulé bifilairement, en deux couches, un fil de nickel *f* de 1 millimètre, recouvert d'une tresse d'amiante. La résistance électrique est à froid de 1,2 ω. La protection thermique est complétée par une couche de magnésie en poudre maintenue par le vase poreux de pile P et du carton d'amiante.

La mesure des températures se faisait au moyen d'un couple thermoélectrique platine-platine rhodié C, de 0^{mm}, 6, placé au contact du corps F. Les lectures étaient faites sur un millivoltmètre de Siemens et Halske portant, en outre, une graduation de 0° à 1,000°. Cet instrument a été étalonné au moyen des points fixes suivants :

Ebullition de l'eau.	
Fusion de l'étain.........	232°
Ebullit. du benzophénone. (Déterminé sur le même échantillon, à la même pression barométrique, avec un thermomètre à mercure étalonné).	303°
Fusion du plomb	327°
zinc	419°
Ebullition du soufre......	442° à la press. de 730 millim.
Fusion de l'antimoine....	630°
Ebullition du zinc........ (D. Berthelot.)	913° à la press. de 724 millim.

La correction a atteint une valeur maxima de 230 microvolts, c'est-à-dire environ 23°. Elle était proportionnelle à la quantité à mesurer, ce qui indique que la divergence provenait surtout d'une résistance du couple plus grande que celle pour laquelle l'instrument avait été construit. Le tableau suivant montre l'efficacité de la chemise métallique pour uniformiser la température du four.

Distance du bas du four en centimètres	Courant de chauffage			
	2,28 amp.	3,1 am.	3,7 amp.	4,7 amp.
13	95°.5	195°	370°	487°
12	97°	199°	377°	499°
11	98°	202°	383°	507°
10	99°	205°	387°	513°
9	100°	207°	389°	517°
8	100°.5	207°	390°	518°
7	100°,5	207°	390°	518°
6	100°,5	207°	389°	515°
5	99°	206°	386°	508°
4	97°,5	202°	381°	495°
3	95°.5	198°	372°	481°
2	93°	192°	361°	466°
1	89°	180°	347°	466°

La température a été trouvée constante dans l'étendue d'une section horizontale.

Les masses employées sont :

Corps	Enveloppes
25gr,92 fer	7gr,36 platine
31gr,25 nickel	3gr,71 argent
24gr,73 magnétite	4gr,31 —

La correction de l'eflet de l'enveloppe a une importance relative assez faible à cause de la petitesse de la chaleur spécifique du platine et à cause de la petitesse des masses d'argent. Elle a été faite, pour le platine,

avec les nombres de M. J. Violle[1], et pour l'argent avec ceux de M. Pionchon (*loc. cit.*).

Le cylindre de fer très doux de Kohlsva (Suède)[2] était contenu dans une enveloppe de platine de $0^{mm},2$ d'épaisseur et fermée par un couvercle embouti et soudé. Le nickel, en petits morceaux d'environ $0^{cm^3},5$ chacun, provenait de la décomposition du nickel-carbonyle sur une paroi chaude ; il ne contenait donc aucune impureté métallique. La magnétite était en plusieurs fragments provenant d'un même grand cristal de Brozzo, remarquablement homogène, étudié autrefois magnétiquement[3].

Ces deux dernières substances étaient empaquetées dans une feuille d'argent de $0^{mm},1$.

On s'est aperçu dès les premières expériences qu'il était nécessaire, pour obtenir des résultats concordants, de prolonger la période de chauffage à température exactement constante. Elle a duré de trois quarts d'heure à une heure et demie.

Le four électrique rayonnait une quantité de chaleur si faible que l'on a pu, sans inconvénient, le laisser en place, à une petite distance au-dessus du calorimètre, pendant toute la durée des opérations.

L'introduction du corps se faisait en ouvrant le volet V du calorimètre et en brûlant au moyen du courant électrique le fil fin de platine au moyen duquel la substance était suspendue aux fils de nickel S. Le corps a ainsi, au moment ou il quitte le four, une vitesse appréciable. La déperdition dans le trajet entre le four

[1] J. Violle, *C. R.*, t. LXXXV, p. 543; 1877.

[2] Analyse d'un fer de même origine et de même espèce : C 0.09 ; P 0.021; Si 0.04: Mn 0.06; S 0.009 pour cent.

[3] *J. de Phys.*, 3e série, t. V, p. 435; 1896.

et le calorimètre est donc réduite au minimum. De même la perte de chaleur par évaporation au moment où le corps traverse la surface est insensible. Le corps est reçu dans un petit panier en fil de cuivre qui sert, avec le corps lui-même, d'agitateur.

Tableau V. — *Fer* (W, et B.).

t	q_0^t cal.	$\frac{\Delta q}{\Delta t}$	dans l'intervalle
17°	1,72	0,1012	0° - 17°
202°,7	23,41	0,1168	17° -202°,7
299°	35,86	0,1293	202°,7-299°
339°,7	41,27	0,1329	299° -339°,7
396°,7	49,31	0,1411	339°,7-396°,7
453°	57,52	0,1458	396°,7-453°
510°	66,15	0,1514	453° -510°
553°,7	73,06	0,1581	510° -553°,7
598°	80,84	0,1756	553°,7-598°
638°,7	87,93	0,1771	598° -638°,7
691°	99,04	0,2124	638°,7-691°
711°	103,41	0,2185	691° -711°
726°,7	106,91	0,2227	711° -726°,7
741°	110,44	0,2469	726°,7-741°
753°	114,20	0,3136	741° -753°
777°,7	116,41	0,2280	753° -777°,7
806°	126,05	0,2179	777°,7-806°
823°,7	130,04	0,2366	806° -823°,7
844°,3	134,78	0,2206	823°,7-844°,3
873°,7	142,15	0,2503	844°,3-873°,7

Les résultats de ce tableau sont des moyennes de trois expériences faites à des températures très voisines.

On remarquera que les valeurs maxima des chaleurs spécifiques des tableaux IV et V, 0,3072 et 0,3136, sont presque identiques et se rencontrent à la même

température. Nous représentons dans la fig. 2, pour les températures de part et d'autre de θ, les chaleurs spécifiques moyennes $\frac{\Delta q}{\Delta t}$ correspondant aux divers intervalles de température Δt par des lignes horizon-

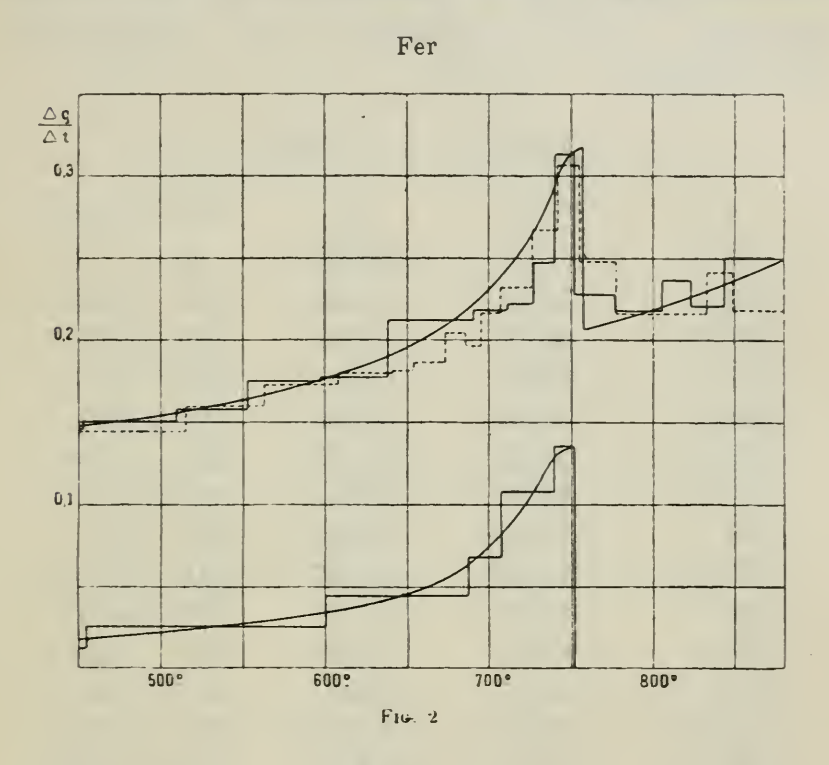


Fig. 2

tales, de sorte que l'aire de la ligne brisée représente les quantités de chaleur. Cette représentation manifeste avec une sensibilité extrême et les particularités du phénomène et les erreurs d'expérience.

La ligne brisée ponctuée se rapporte aux expériences de Pionchon, celle en traits pleins aux nôtres. La courbe est le tracé approximatif de la marche des chaleurs spécifiques vraies. Dans la même figure, nous avons porté en bas le terme magnétique c_m du tableau I. On a donc :

magnétiquement	calorimétriquement
$\theta = 753 + 273°$	$\theta \sim 758 + 273°$
$c_m^\theta = 0{,}136$	$c_m^\theta \sim 0{,}112$

Nickel. — Les résultats de nos mesures sur le nickel sont consignés dans le tableau VI, qui contient des moyennes de cinq expériences à des températures très voisines.

TABLEAU VI. — *Nickel.*

t	q_0^t cal.	$\frac{\Delta q}{\Delta t}$	dans l'intervalle
17°	1,66	0,0977	0° - 17°
123°,7	13,55	0,1124	17° -123°,7
197°,7	22,49	0,1195	123°,7-197°,7
247°,7	29,07	0,1316	197°,7-247°,7
295°	35,44	0,1343	247°,8-295°
318°,3	38,69	0,1457	295° -318°,3
350°	43,31	0,1457	318°,3-350°
361°	44,95	0,1491	350° -361°
375°,6	47,18	0,1527	361° -375°,6
400°	50,25	0,1259	375°,6-400°
423°,2	53,26	0,1297	400° -423°,2
445°,4	56,07	0,1261	423°,2-445°,4
474°,8	59,86	0,1290	445°,4-474°,8
500°,2	63,24	0,1330	474°,8-500°,2
545°,8	69,24	0,1315	550°,2-545°,8
599°,2	76,32	0,1326	545°,8-599°,2
648°,4	82,93	0,1344	599°,2-648°,4
705°,2	90,83	0,1351	648°,4-705°,2
751°,6	97,91	0,1526	705°,2-751°,6
799°,6	104,85	0,1445	751°,6-799°,6

La fig. 3 représente de la même manière ces expériences sur le nickel. On trouve :

magnétiquement	calorimétriquement
$\theta = 376 + 273°$	$0 \sim 376 + 273°$
$c_m^\theta = 0{,}025$	$c_m^\theta \sim 0{,}027$

Magnétite. — Les résultats de nos mesures sur la chaleur spécifique de la magnétite sont consignés dans le tableau VII, qui contient des moyennes de cinq expériences à des températures très voisines.

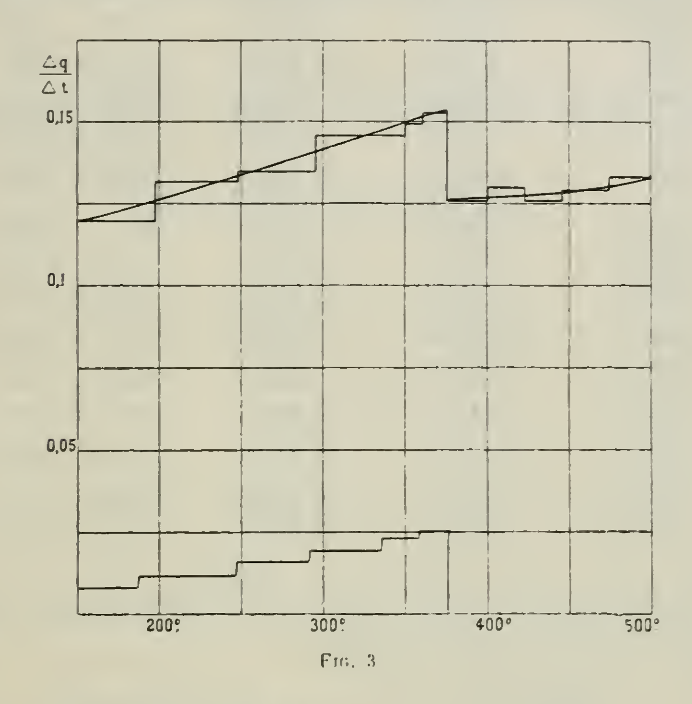


Fig. 3

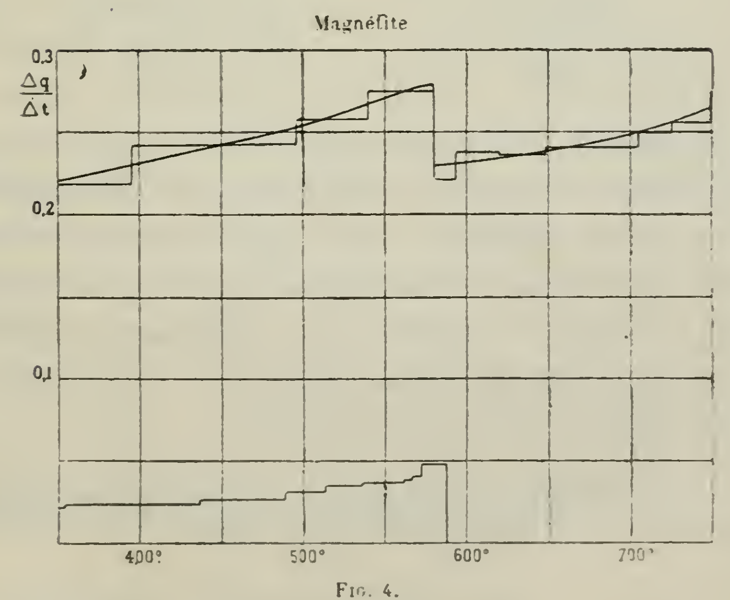


Fig. 4.

TABLEAU VII. — *Magnétite.*

t	q_0^t cal.	$\frac{\Delta q}{\Delta t}$	dans l'intervalle
17°	2,77	0,1647	0° - 17°
100°,8	16,84	0,1679	17° -100°,8
198°	33,62	0,1831	100°,8-198°
304°,4	55,96	0,2003	198° -304°,4
394°,7	75,68	0,2184	304°,4-394°,7
496°	100,24	0,2424	394°,7-496°
540°,1	111,59	0,2573	496° -540°,1
580°,2	122,80	0,2746	540°,1-580°,2
593°,2	125,50	0,2213	580°,2-593°,2
620°,2	132,02	0,2380	593°,2-620°,2
647°,6	138,47	0,2313	620°,2-647°,6
703°,6	151,94	0,2405	647°,6-703°,6
725°,6	157,42	0,2493	703°,6-725°,6
748°,2	163,21	0,2561	725°,6-748°,2
791°,8	175,17	0,2743	748°,2-791°,8

La fig. 4 représente de la même manière les expériences sur la magnétite. On a :

magnétiquement	calorimétriquement
$\theta = 588 + 273°$	$\theta \sim 580 + 273°$
$c_m^\theta = 0{,}048$	$c_m^\theta \sim 0{,}050$

En résumé, pour le fer, le nickel et la magnétite, la température à laquelle se manifeste une discontinuité de la chaleur spécifique vraie coïncide avec celle de la perte du ferromagnétisme spontané, et la grandeur de cette discontinuité concorde avec celle que l'on calcule à partir des propriétés magnétiques, en s'appuyant sur l'hypothèse du champ moléculaire.

Laboratoire de physique de l'Ecole Polytechnique de Zurich, janvier 1908.

DIFFÉRENCE DE POTENTIEL ET STABILITÉ
DE
L'ARC ALTERNATIF
ENTRE MÉTAUX

PAR

C.-E. GUYE et A. BRON

(Suite et fin[1].)

---

§ 3. *Influence de la température des électrodes.*

Après avoir effectué ces expériences, nous nous sommes aperçus que le dégagement de chaleur est tel que, sous l'effet de la dilatation des tiges de laiton porte-électrodes, la distance entre les pointes de ces dernières peut varier de 1 à 2 mm. Cependant, les expériences précédentes étant faites à courant constant dans une même série, les considérations qui précèdent conservent leur valeur. L'erreur doit être surtout appréciable lorsqu'on passe d'une intensité à une autre et les séries à intensités différentes cessent d'être comparables. Nous avons alors échangé le laiton contre l'invar. Mais la température était au-dessus de celle pour laquelle le coefficient de l'invar est si faible.

Nous avons alors adopté des porte-électrodes de mica qui nous ont donné des résultats excellents et débar-

[1] Voir *Archives*, t. XXV, mai 1908, p. 453.

rassés de toute erreur sur la distance des pointes des électrodes. Leur forme était celle représentée fig. 6. Grâce à ce dispositif, les dilatations ont été rendues inappréciables à tous les régimes.

Mais alors la chaleur n'ayant plus pour se dissiper que le rayonnement correspondant à la surface même de l'électrode, put se concentrer suffisamment dans celles-ci pour les porter au rouge (électrodes de platine), ou même les fondre (électrodes d'or).

C'est dans ces conditions que nous avons pu nous rendre compte de l'importance prépondérante de la température des électrodes sur la stabilité de l'arc.

Pour bien nous rendre compte de cette influence, considérons une première série de mesures effectuées avec des électrodes de platine fixées sur les lames de mica.

d étant 4 mm. et H 30 cm., nous avons

pour I = 0,04 amp.	V = 585
= 0,05 »	= 547
= 0,06 »	= 527
= 0,07 »	= 518
= 0,08 »	= 514

Les électrodes sont alors rouge blanc ; l'arc a la forme d'un trait brillant dont les points d'attache sont remarquablement immobiles ; l'électromètre, aprés quelques oscillations, s'arrête dans une position de presque absolue stabilité.

Prenons maintenant des électrodes d'argent et plaçons-nous dans d'identiques conditions de distance, de pression, d'intensité. Mais alors, les électrodes fondront ! Fixons donc sur elles une masse de cuivre « un refroidisseur » qui, grâce à sa capacité calorifique et à

l'augmentation de rayonnement qu'apporte sa surface, diminuera la température de l'ensemble.

Les électrodes d'argent restent alors sombres ; l'arc est moins stable, parfois composé de plusieurs filaments lumineux aux points d'attache mobiles sur le cône des électrodes ; l'équipage de l'électromètre est souvent en mouvement. Cette instabilité est plus grande avec les intensités faibles (autre raison de l'instabilité de l'arc).

Voici nos résultats, la valeur des potentiels étant une moyenne :

pour I = 0,04	V = 659
= 0,05	= 572
= 0,06	= 547
= 0,07	= 531
= 0,08	= 523

Fixons maintenant aux électrodes de platine des « refroidisseurs » et reprenons les expériences dans des conditions de température analogues à celles de l'Ag (électrodes sombres). Nous aurons, avec les mêmes caractères d'instabilité, des potentiels maintenant supérieurs, à la fois à ceux obtenus pour l'Ag sombre et pour le Pt rouge. En effet, pour

I = 0,06	V = 637
I = 0,07	V = 583
I = 0,08	V = 545

On voit donc par ces mesures comparatives toute l'importance de la température sur la stabilité et, corrélativement, sur la différence de potentiel aux bornes de l'arc.

Nous avons voulu nous en rendre compte d'une façon plus complète par les expériences suivantes.

Pour une même intensité, une même pression et

une même distance, mais avec des « refroidisseurs » différents, nous avons observé les potentiels.

Nos « refroidisseurs » étaient des masses de cuivre de surface et de volumes croissants, abaissant ainsi la température assez régulièrement par leur masse et leur surface.

Soient $d = 4$ mm. et H = 40 cm.

	Pour I = 0,08	I = 0,09	I = 0,1
temp. élevée	V = 540	V = 536	V = 528
refroidissement	= 547	= 537	= 529
de plus en plus	= 556	= 542	= 534
grand	= 558	= 547	= 540
temp. basse	= 558	= 548	= 540

Soient $d = 4$ mm. et H = 60 cm.

	Pour I = 0,08	I = 0,09	I = 0,1
temp. élevée	V = 575	V = 562	V = 552
	= 580	= 568	= 553
	= 585	= 571	= 556
	= 601	= 583	= 566
temp. basse	= 626	= 601	= 587

Pour $d = 6$ mm. et H = 60 cm.

	I = 0,08	I = 0,09	I = 0,1
temp. élevée	V = 703	V = 673	V = 656
	= 710	= 685	= 659
	= 718	= 691	= 672
	= 722	= 696	= 683
temp. basse	= 742	= 714	= 695

Les résultats sont évidemment loin de présenter une grande régularité et les séries ne sont point comparables entre elles ; ceci provient de l'imperfection de

nos « refroidisseurs », simples masses de cuivre qu'il était impossible de serrer sur les électrodes toujours de la même façon. Mais du moins sommes-nous certains de l'ascendance du potentiel quand on passe d'une électrode près de son point de fusion à des électrodes de plus en plus froides.

D'autre part, il importe de remarquer qu'au fur et à mesure que l'action refroidissante diminue les posentiels semblent tendre vers une limite. Ceci est surtout observable pour les fortes intensités donnant un plus grand dégagement de chaleur que les faibles, alors que nos « refroidisseurs » restaient les mêmes pour toutes les intensités.

Nous nous sommes demandé si, pour d'autres métaux, le potentiel serait d'autant plus petit que les électrodes auraient une température plus voisine de leur point de fusion. C'est ce que nous avons étudié dans un des chapitres suivants.

§ 4. *Influence de la bobine.*

L'étude préliminaire que nous avons résumée précédemment sur la stabilité de l'arc comporte, comme facteur essentiel, la tension disponible en circuit ouvert. Plus cette tension est élevée, plus la courbe représentative de la *f. e. m.* s'élève rapidemənt, et plus courtes sont les périodes d'extinction. (Voir introduction.)

Nous avons, avec le platine, fait quelques expériences avec deux bobines d'induction utilisées comme transformateurs. Voici les résultats, concordant avec nos prévisions.

$d = 4$ mm. H = 40 cm.

	I = 0,04	I = 0,05	I = 0,06	I = 0,007
1re bobine	V = 645 rouges	V = 590 rouges	V = 573 rouges	V = 553 rouges
2e bobine	V = 655 électrod. somb.	V = 593 presque sombr.	V = 574 un peu rouges	V = 553 rouges

La deuxième bobine avait une réserve de tension inférieure.

Avec la première, les électrodes étaient rouges pour toutes les intensités consignées ci-dessus. Avec la seconde, par contre, les électrodes passent du sombre au rouge pour les mêmes intensités croissantes et les résultats sont d'autant plus concordants entre les deux séries que les températures sont plus élevées.

Remarque.

Ces expériences préliminaires (à part celles sur l'influence de la température et sur l'influence de la bobine, II, § 3 et § 4) ont été faites, les électrodes étant assujetties à l'extrémité de tiges supports en laiton. Dans ces conditions, les divers métaux restaient sombres et nous savons maintenant que, de ce fait, les potentiels sont supérieurs à ce qu'ils seraient, les électrodes étant portées au rouge. En outre, les distances des électrodes se sont sans doute modifiées sous l'effet de la dilatation des tiges supports, ce qui a pour effet d'introduire une erreur surtout sensible quand on passe d'une intensité à une autre, comme nous l'avons fait remarquer page 549.

De ces premières expériences, il ne nous faut donc retenir que les indications générales, sans attribuer trop d'importance aux valeurs numériques absolues obtenues pour les différences de potentiel.

C'est ainsi orientés que nous nous sommes livrés à une étude complète de l'arc alternatif à faible intensité jaillissant entre électrodes de platine. Cette étude est relatée dans le chapitre suivant.

III. Etude de l'arc entre électrodes de platine.

Nous avons essayé, dans cette étude sur l'arc alternatif jaillissant entre électrodes de platine, d'établir les relations qui unissent la tension aux bornes de l'arc et les quatre variables : distance des électrodes, intensité du courant, pression du gaz, refroidissement.

Dans ce but, nous fixions les électrodes de platine sur les plaques de mica (fig. 6) et procédions, pour la détermination de la distance et de la pression, comme nous l'avons dit (I, § 3).

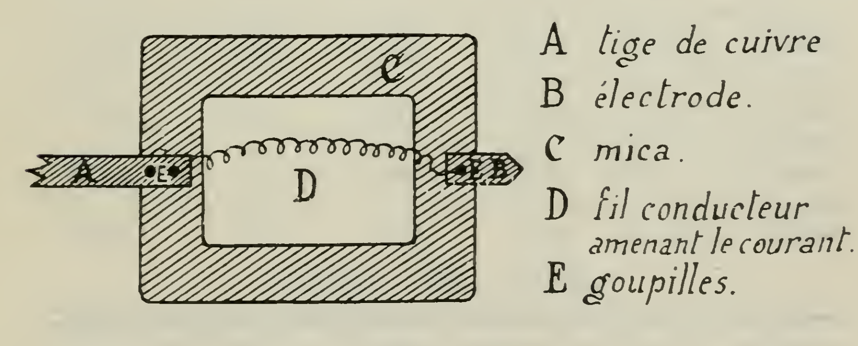


fig. 6.

Puis, pour une même pression, nous faisions jaillir l'arc, l'intensité étant 0,04 amp., puis 0,05, jusqu'à 0,08 amp., avec successivement les distances 1 mm., 2 mm., 3 mm. ...... 6 mm. Nous avons fait ces diverses expériences avec les pressions 20 cm., 30 cm., jusqu'à 60 cm. et 71 cm. de mercure.

Nous avons ainsi trouvé les valeurs de la tension, consignées dans les tableaux suivants :

Pression = H = 20 cm.

d	I = 0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
1mm	433	415	402	392	390
2mm	470	446	434	424	415
3mm	487	473	462	449	442
4mm	518	489	480	468	466
5mm	548	528	506	500	494
6mm	594	566	543	538	528

Pression = H = 30 cm.

d	I = 0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
1mm	484	434	420	411	408
2mm	523	477	467	446	438
3mm	544	514	496	485	471
4mm	585	547	527	518	514
5mm	611	593	580	572	560
6mm	650	640	621	614	597

Pression = H = 40 cm.

d	I = 0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
1mm	534	457	434	422	416
2mm	lect. imposs.	508	483	470	461
3mm	603	546	524	511	498
4mm	645	590	573	553	552
5mm	690	639	620	604	591
6mm	724	681	662	652	642

Pression = H = 50 cm.

d	I = 0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
1mm	lect. imposs.	460	439	429	426
2mm	»	524	492	485	474
3mm	»	573	546	529	522
4mm	678	626	600	582	566
5mm		693	663	640	626
6mm		762	721	700	679

Pression = H = 60 cm.

d	I = 0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
1mm	flux d'étincelles dans l'électromètre	472	447	433	426
2mm	»	534	512	494	485
3mm	688 *	598	576	556	545
4mm	738	670	638	612	594
5mm		748	705	682	656
6mm				741	714

Pression = H = 71 cm.

d	I = 0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
1mm	flux d'étincel.	495	461	446	434
2mm	»	564	529	514	496
3mm	»	627	599	572	560
4mm		713	678	644	611
5mm			760	714	690
6mm					766 ?

Les valeurs qui figurent dans les six tableaux précédents n'offrent pas toutes de bonnes garanties de comparabilité. En effet, nos expériences préliminaires nous ont révélé que la différence de potentiel semble diminuer au fur et à mesure que le métal s'approche de son point de fusion. Or, si nous avons cherché à nous placer dans cette condition de température des électrodes, nous n'y sommes pas toujours parvenus, surtout avec des arcs de très faible intensité. Ainsi, pour l'intensité 0,04, les voltages sont certainement trop élevés et vraisemblablement influencés par la période d'extinction; du reste, les graphiques mettent bien ce fait en évidence. Notre appareil ne nous permettait pas d'expérimenter avec des intensités supérieures à 0,1 ampère, ce qui aurait atténué cette influence.

Cependant, ces résultats numériques permettent assez bien de marquer l'allure générale de la différence de potentiel en fonction de la distance, de la pression, de l'intensité et du degré plus ou moins élevé de température des électrodes.

§ 1. *Tension aux électrodes en fonction de la distance.*

Cette fonction a été étudiée expérimentalement pour divers métaux, à la pression atmosphérique, par plusieurs physiciens[1].

MM. C.-E. Guye et B. Monasch ont montré en particulier que toujours la tension est proportionnelle à la distance des électrodes, dans une certaine zone de fonctionnement normal; ils ont en outre caractérisé,

[1] En particulier par MM. C.-E. Guye et B. Monasch (Eclairage électrique 28-II, 14-III, 4-IV 1903).

dans le fonctionnement de l'arc, une zone critique et une d'instabilité.

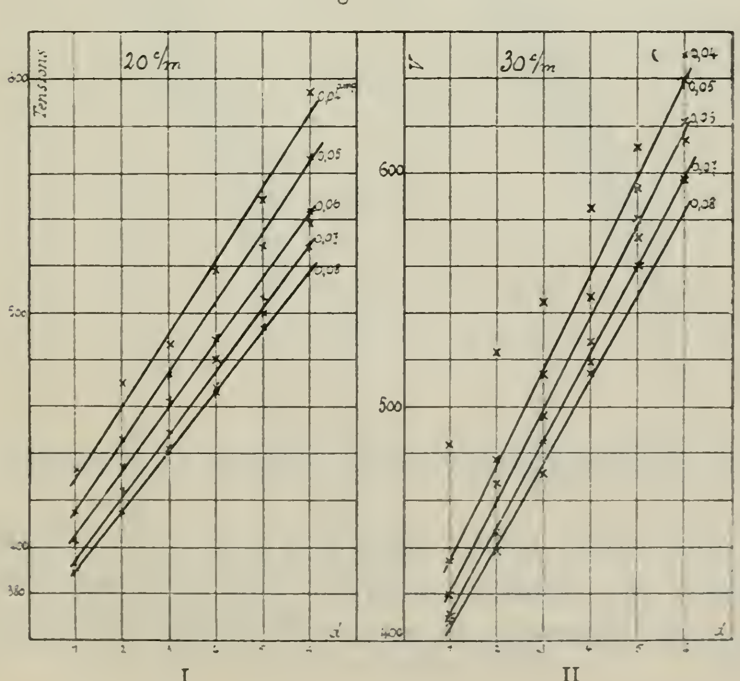
Nos recherches ont confirmé ces résultats, en étendant la loi de proportionnalité à la distance pour des pressions inférieures à la pression atmosphérique.

Cette proportionnalité est particulièrement visible aux environs de la pression 60 cm.

Il importe de remarquer que, pour les pressions inférieures (20 cm. jusqu'à 40 cm.), nous avons obtenu, même pour l'intensité 0,04 ampère, des potentiels stables. Pour les pressions élevées, par contre, nous n'avons pu les obtenir. Ou bien des étincelles jaillissaient à l'intérieur de l'électromètre, ou bien les oscillations de celui-ci étaient désordonnées, preuve visible d'extinctions momentanées.

Les figures 7 ci-aprés sont la représentation graphique des tableaux de mesures précédentes.

fig. 7.



I II

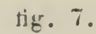


fig. 7.

III IV

V VI

§ 2. *Tension aux électrodes, fonction de la pression.*

Nous avons relaté, dans nos expériences préliminaires, les résultats auxquels nous sommes arrivés avec des électrodes de cuivre, de platine et d'argent.

Ces expériences avaient décelé pour les pressions basses un point singulier caractéristique (pages 471 et 472). Mais les électrodes étant alors à une température encore assez éloignée de celle du point de fusion par suite de leur mode de fixage, les potentiels étaient certainement trop élevés. C'est sans doute la raison de la convexité vers le bas que présentent les courbes (fig. 5 et 5bis) de nos expériences préliminaires : la stabilité étant moindre aux pressions élevées qu'aux pressions plus basses.

Dans les expériences que nous relatons ici, la température des électrodes était suffisante pour assurer la stabilité limite et les courbes représentant la différence de potentiel en fonction de la pression se réduisent sensiblement à des droites jusqu'au point singulier, comme on peut le voir par la fig. 8, obtenue au moyen des résultats qui suivent.

d = 4 mm.		d = 3 mm.		d = 3 mm.		d = 6 mm.	
I = 0.06 amp.		I = 0,1 amp.		I = 0,13 amp.		I = 0,08 amp.	
H	V	H	V	H	V	H	V
40 cm.	573	42,1	466			40	642
30	527	31,3	442			30	597
20	480	21	420	21,9	418	20	528
15	453	17,9	413	12	396	15	496
12	440	14,8	406	8,8	391	12	470
9	426	11,7	400	*7,8	387	9	456
6	410	8,5	392	5,8	390	6	430
5	406	*5,5	387	4,6	394	*5	422
*4	399	4,1	390	3,7	397	4	424
3	405	3,1	392			3	428
		2,1	395				

[1] Minimum du voltage.

La fig. 8 montrent les droites obtenues au moyen de ces coordonnées. Elles présentent toutes le point singulier que nos expériences préliminaires avaient

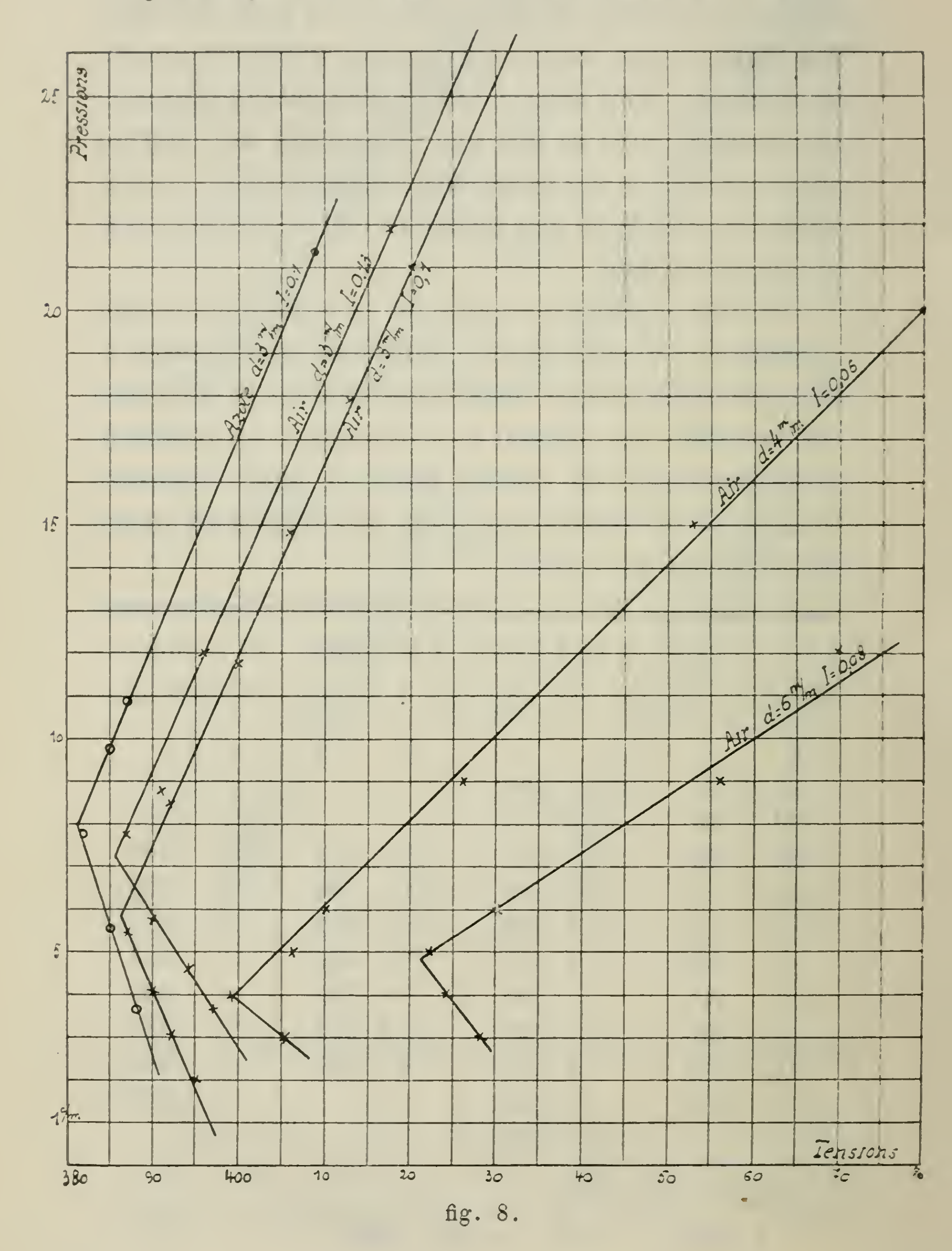


fig. 8.

déjà mis en évidence, mais alors les variations du potentiel en fonction de la pression sont linéaires.

Pour déterminer la position exacte et les lois de ce minimum, il conviendrait de faire de plus nombreuses expériences, en faisant varier la distance et l'intensité du courant.

Toutefois, d'après les courbes, il se produit dans nos expériences pour des pressions comprises entre 4 et 8 cm. de mercure.

§ 3. *Tension aux électrodes, fonction de l'intensité.*

Mme Ayrton a montré que, pour l'arc électrique à courant continu jaillissant entre électrodes de charbon, la tension peut être exprimée en fonction de l'intensité par des expressions de la forme

$$e = a + bl + \frac{c + dl}{i}$$

a b c d étant des constantes.

Le phénomène de l'arc alternatif entre métaux est trop complexe pour que l'on puisse s'attendre à ce qu'il soit représenté par la formule de Mme Ayrton, avec mêmes coefficients. Cependant on remarquera que l'allure générale est la même (fig. 9) ; peut-être la cause doit-elle être cherchée dans le fait que, lorsque la réserve de tension est très grande, l'intensité atteint très rapidement une valeur élevée qu'elle conserve ensuite pendant la majeure partie de la demi-période pour s'annuler ensuite brusquement au moment du changement d'alternance. L'intensité aurait ainsi une valeur sensiblement constante pendant une grande partie de la période. Seule une recherche à l'oscillographe nous renseignerait à ce sujet.

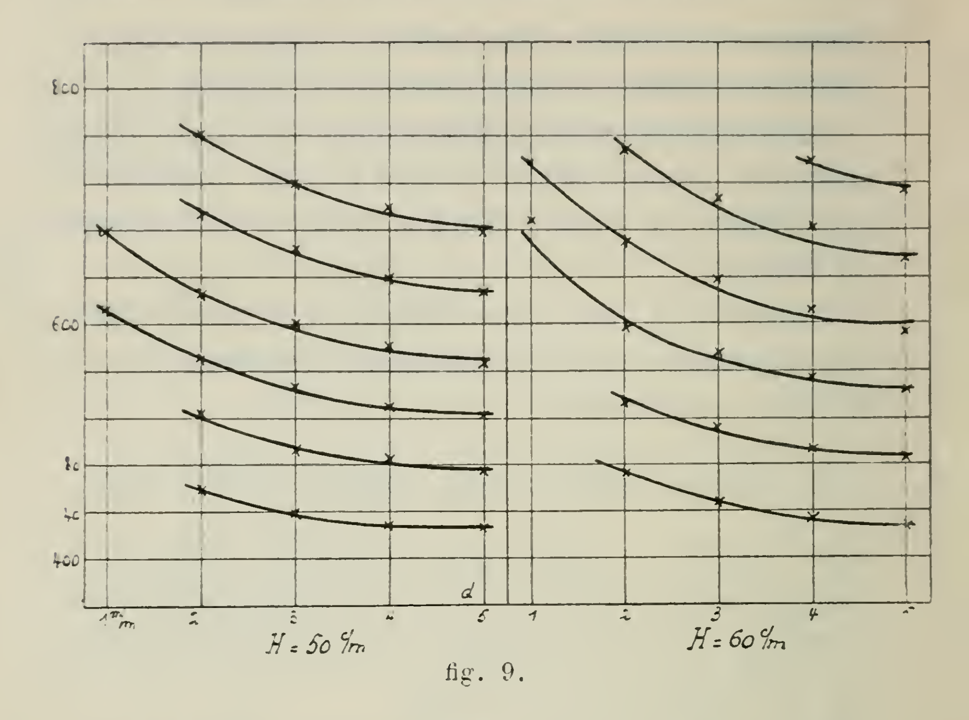


fig. 9.

§ 4. *Tension aux électrodes, fonction du refroidissement.*

Nos résultats, consignés dans nos expériences préliminaires, ne sont pas susceptibles d'une représentation graphique, puisque nous ne connaissions pas les valeurs numériques des températures.

Nous nous sommes bornés, en effet, à faire des expériences à température d'électrodes croissante et avons alors constaté que *la différence de potentiet tend vers une limite inférieure* correspondant à ce que l'on pourrait appeler *les conditions d'extrême stabilité.*

IV. Différence de potentiel en fonction de la nature des électrodes.

Dans ces expériences nous avons cherché, par un réglage convenable de la température des électrodes,

à produire les arcs dans les conditions « d'extrême stabilité » et cela en amenant la température des électrodes jusqu'au voisinage de leur point de fusion.

Dans ce but, nous avons construit toute une série de « refroidisseurs », c'est-à-dire de petites masses métalliques munies d'ailettes de cuivre plus ou moins longues. Ces petites masses étaient fixées sur les électrodes dans le voisinage immédiat des points où jaillit l'arc. Nous cherchions alors par tâtonnements et pour une intensité donnée de courant, avec quel refroidisseur l'extrémité de l'électrode commençait à entrer en fusion. Puis nous faisions l'expérience en adaptant un « refroidisseur » un peu plus énergique, de manière à empêcher cette fusion. Dans ces conditions, l'expérience était faite au voisinage du point de fusion du métal, mais un peu en-dessous ; on n'avait pas ainsi à craindre une fusion partielle qui aurait modifié la distance au cours d'une expérience.

Les métaux à point de fusion bas et qui, par conséquent, restent toujours sombres ont nécessité les plus longs tâtonnements.

Les résultats de ces expériences, effectués dans les conditions d'extrême stabilité, sont consignés dans un tableau inséré à la fin du présent mémoire (Conclusions).

L'arc jaillissant dans d'excellentes conditions de stabilité, nous avons pu très facilement déterminer les tensions, sauf pour le nickel, l'aluminium, le cadmium et le zinc. Pour ces métaux, l'électromètre oscillait entre les limites que nous indiquons.

Cette instabilité provient vraisemblablement, dans le cas du nickel (métal peu fusible), du fait que nous n'avons pas atteint tout à fait la température d'extrême

stabilité. Pour les métaux tels que l'aluminium, le cadmium et le zinc, il semble que l'on puisse invoquer la présence d'une couche d'oxyde qui se faisait instantanément aux extrémités d'où partait l'arc. Pour le magnésium, cependant très oxydable, nous n'avons pas remarqué la présence d'une telle couche ; les extrémités des électrodes paraissaient au contraire décapées, en même temps que l'arc était remarquablement stable[1].

Quoi qu'il en soit, si nous jetons un coup d'œil d'ensemble sur le tableau qui précède, nous voyons que, pour tous les métaux peu volatils, c'est-à-dire peu susceptibles de dégager d'abondantes vapeurs sur le trajet de l'arc, *la différence de potentiel, à quelques pour cent près, est la même, quelle que soit la matière des électrodes. Pour les métaux plus volatils de la seconde série, cette différence de potentiel est passablement inférieure.*

Ces faits paraissent d'ailleurs tout à fait conformes au mécanisme même de l'arc, tel qu'on tend toujours plus à l'envisager actuellement. En effet, si d'une part il est nécessaire que la cathode (et dans le cas particulier du courant alternatif, les deux électrodes), soit portée à l'incandescence, de façon à émettre les électrons nécessaires au maintien de l'arc, c'est le milieu gazeux, ionisé par leur choc, qui intervient principalement dans la différence de potentiel totale observée aux électrodes ; la valeur des chutes anodique et cathodique étant peu importante dans les arcs longs et

[1] Dans nos expériences préliminaires, nous n'avons par remarqué ce fait ; il est vrai que nous n'étions pas alors dans les conditions d'extrême stabilité.

peu intenses. Avec les métaux peu volatils, ce milieu est le même ; il n'est donc pas surprenant que cette différence de potentiel demeure indépendante de la matière des électrodes. Au contraire, si le milieu est chargé d'abondantes vapeurs métalliques, il est aisé de comprendre que la ionisation s'effectue sur un mélange d'air et de vapeurs, c'est-à-dire dans des conditions différentes et variables d'un métal à l'autre.

Cette indépendance de la différence de potentiel dans le cas où l'arc se produit entre métaux peu volatils et dans les conditions d'extrême stabilité, paraît contredire à première vue des expériences antérieures entreprises par l'un de nous en collaboration avec M. Monasch (éclairage électrique 28-II, 14-III, 4-IV 1903).

Dans ces expériences, en opérant sous la pression atmosphérique, à distance et intensité constantes, les différences de potentiel se sont montrées très variables d'un métal à l'autre et (à l'exception du cadmium) d'autant plus élevées que les poids atomiques sout eux-mêmes plus élevés. Toutefois, comme le firent alors remarquer les auteurs, les différences étaient trop petites et les expériences trop peu nombreuses pour que l'on puisse établir avec certitude une relation.

Les expériences que nous avons effectuées maintenant nous ont montré que les différences observées alors doivent être attribuées au fait que la durée de la période d'extinction ne doit pas être la même, toutes conditions égales, pour les différents métaux. La variation du potentiel, lorsqu'on passe d'un métal à un autre, est donc reliée à la durée plus ou moins grande de la période d'extinction se terminant par la petite étincelle disruptive qui, à chaque alternance, déter-

mine l'allumage. Il n'est pas sans intérêt de rapprocher ces faits de l'observation faite par MM. Schuster et Hemsalek, qui ont montré que dans la décharge disruptive, le spectre des électrodes se retrouve sur toute la longueur de l'étincelle : qu'en outre, la matière des électrodes se meut avec une vitesse d'autant plus considérable que le poids atomique des métaux est plus petit, cette vitesse étant de l'ordre du demi-kilomètre à la seconde.

Voir aux conclusions le tableau des expériences de MM. C.-E. Guye et Monacsh et l'explication que l'on peut invoquer.

V. Expériences dans l'azote.

Si nous examinons le tableau page 574 (note), nous voyons que le cuivre a une tension un peu plus élevée que les autres métaux de la même série. Nous avons pensé que la couche d'oxyde formée à la surface de l'électrode pouvait être la cause perturbatrice (soit par augmentation des chutes anodique et cathodique, soit par une augmentation très petite de la période d'extinction). Nous avons alors répété les expériences dans une atmosphère d'azote, préparée selon le procédé classique, air sec circulant sur la tournure de cuivre chauffée et absorption de l'acide carbonique de l'air par la potasse caustique.

Pour rendre la comparaison possible, nous avons d'abord expérimenté avec le platine et trouvé des tensions consignées dans le tableau ci-après ; la représentation graphique est donnée fig. 8. La tension reste proportionnelle à la pression, et le point singulier déjà constaté dans l'air y est encore manifeste.

I = 0,1 amp. d = 3 mm.

Expériences dans l'azote		Expériences dans l'air	
H = 427 mm.	V = 455	H = 427	V = 468
= 214	= 409	= 213	= 418
= 109	= 387	= 107	= 394
= 98	= 385	= 96	= 392
* = 78	= 382	= 77	= 389
= 56	= 385	* = 57	= 386
= 37	= 388	= 36	= 391

Puis nous avons expérimenté sur le cuivre avec I = 0,1 ampère, d = 3 mm. et H = 42 cm., c'est-à-dire les conditions du chapitre précédent ; nous avons eu, comme moyenne de nos expériences,

V = 466

Bien entendu, les électrodes étaient alors dépourvues d'oxyde noir, mais couvertes d'un léger dépôt rouge.

Si nous tenons compte qu'il faut une moindre tension pour faire jaillir l'arc dans l'azote que dans le cuivre, le nombre ci-dessus fait bien rentrer le cuivre dans la comparaison précédente entre tous les métaux.

En effet :

Air { P*t* 468, Cu X   Azote { P*t* 455, Cu 466

ce qui donne pour le cuivre dans l'air le voltage calculé

479

très voisin des chiffres du tableau de la page 574 et en particulier de celui de l'Ag.

Ces expérieaces dans l'Az. ont été conduites de la même façon que les précédentes dans l'air. Donc, nos électrodes étaient fixées sur leurs ailettes de mica et,

pour le cuivre, des « refroidisseurs » convenables permettaient de les porter au rouge.

Pour le platine, nous faisions jaillir l'arc alternativement dans l'azote et l'air.

Conclusions.

La plupart des expériences au moyen desquelles on a cherché à établir une relation entre la différence de potentiel, la longueur et l'intensité de l'arc alternatif entre métaux, ont conduit à des résultats discordants. La raison de ces divergences doit être recherchée dans la complexité même du phénomène et la difficulté de définir exactement les conditions particulières d'une expérience, surtout s'il s'agit d'arcs longs et de faible intensité.

L'étude que nous avons entreprise nous a montré que cette complexité résulte en grande partie de l'importance plus ou moins considérable que prend, dans l'arc alternatif, la période d'extinction par rapport à celle d'allumage ; en d'autres mots, la différence de potentiel mesurée dépend en grande partie du degré de stabilité de l'arc ; à tel point que toute cause (pression, refroidissement, courant d'air, diminution de la self-induction ou de la résistance du circuit) qui tend à diminuer cette stabilité, c'est-à-dire à prolonger la durée d'extinction, se traduit immédiatement, comme il est facile de s'en rendre compte (voir introduction), par une augmentation simultanée de la différence de potentiel aux électrodes.

Le même défaut de stabilité peut entacher d'erreur les expériences sur l'arc à courant continu, par suite d'extinctions momentanées.

En disposant d'une énorme réserve de tension à circuit ouvert (20,000 volts environ dans nos expériences) *et en utilisant des électrodes à une température voisine de leur point de fusion*, la période d'extinction devient négligeable et, malgré la complexité du phénomène, qui résulte de l'emploi d'un courant alternatif, les résultats deviennent d'une interprétation aisée et tout à fait conformes aux idées actuelles sur le mécanisme de l'arc.

Nous avons en effet constaté, en nous plaçant dans les conditions « d'extrême stabilité », que la différence de potentiel tend vers *une limite inférieure, approximativement la même, quelle que soit la nature du métal des électrodes, à la condition que ce métal soit peu volatil.*

A la pression de 40 cm. de mercure, nous avons obtenu, pour la distance 3 mm. et l'intensité 0,1 ampère, les différences de potentiel limites, toutes d'approximativement 470 volts, et ne différant entre elles que de quelques pour cent (voir page 574, tableau ci-après) ? une partie des différences s'expliquant d'ailleurs par les considérations développées chap. IV.

Par contre, les métaux qui dégagent d'abondantes vapeurs métalliques donnent une différence de potentiel plus petite, toutes conditions égales.

On voit donc que, dans le cas des *arcs longs et peu intenses* et à la condition que les vapeurs émises par les électrodes ne modifient pas sensiblement la composition de l'atmosphère gazeuse à travers laquelle jaillit l'arc, *la différence de potentiel est sensiblement, toutes conditions égales, indépendante de la substance dont sont faites les électrodes.*

Ce résultat paraît conforme aux idées actuelles sur le mécanisme de l'arc, en ce sens que, si l'émission d'électrons projetés par la cathode incandescente paraît nécessaire pour le maintien de l'arc, *c'est néanmoins le milieu atmosphérique ionisé qui sert de véhicule au courant et qui, dans le cas des arcs longs et peu intenses, constitue le terme principal de la différence de potentiel mesurée,* l'ensemble des chutes anodique et cathodique étant relativement peu important.

Dans le cas où les vapeurs métalliques dégagées sont assez abondantes pour modifier la composition de l'atmosphère gazeuse entre les électrodes, la différence de potentiel est alors plus petite que dans l'air, la ionisation ne s'effectuant vraisemblablement pas d'une façon analogue dans l'air atmosphérique ou dans l'air mélangé à d'abondantes vapeurs métalliques.

Cette étude a confirmé également la relation établie déjà par plusieurs auteurs, suivant laquelle, dans la zone normale de fonctionnement, la différence de potentiel, est, toutes conditions égales, unie linéairement à la longueur de l'arc (C.-E. Guye et B. Monasch.

Elle a mis en évidence un autre fait digne de remarque.

Si, en se plaçant dans les conditions d'extrême stabilité, on diminue la pression du gaz tout en maintenant constantes l'intensité et la longueur de l'arc, on voit que la *différence de potentiel diminue linéairement en même temps que la pression, jusqu'à un point à partir duquel cette différence de potentiel recommence à croître à peu près linéairement avec la raréfaction.* Pour les arcs longs et peu intenses, comme on l'avait remarqué déjà pour les arcs plus intenses, la

différence de potentiel en fonction de la pression passe donc par un minimum.

Avec des électrodes de platine distantes de 3, 4, 6 mm. et un courant de 0,06, 0,08, 0,1, 0,13 ampère, ce point de transformation a été observé entre les pressions 4 et 8 cm. de mercure.

Avec des électrodes de cuivre et d'argent, nous avons obtenu le même phénomène pour des pressions du même ordre de grandeur. Nous l'avons observé également dans les expériences effectuées dans l'azote avec des électrodes de platine.

Il semble donc qu'en diminuant progressivement la pression, le nombre des molécules gazeuses placées entre les électrodes devienne insuffisant pour que la ionisation puisse s'effectuer normalement, et qu'il est alors nécessaire d'augmenter la différence de potentiel si l'on veut maintenir le même courant.

Nous terminons ces conclusions par une dernière remarque.

Dans des expériences antérieures effectuées par l'un de nous en collaboration avec M. B. Monasch, nous avons trouvé, en opérant dans des conditions aussi identiques que possible, mais non voisines de ce que nous avons appelé les conditions d'extrême stabilité, que les différences de potentiel sont variables d'un métal à l'autre et sensiblement d'autant plus élevées, toutes conditions égales, que le poids atomique est plus élevé. Nous croyons aujourd'hui pouvoir donner l'explication de ce phénomène, en ce sens que la durée de la période d'extinction dépend directement ou indirectement de la nature de la substance et que la petite décharge disruptive qui, à chaque alternance, déter-

mine l'allumage de l'arc, est plus ou moins retardée suivant la nature du métal. Il n'est pas sans intérêt de rapprocher ce fait du résultat obtenu par MM. Schuster et Hemsalek, qui ont montré que dans l'étincelle, on retrouve sur toute sa longueur le spectre de la matière des électrodes, et que celle-ci se meut avec une vitesse d'autant plus grande que le poids atomique de la matière est plus faible ; ces vitesses étant de l'ordre du demi-kilomètre à la seconde.

Pour bien mettre en évidence ce fait, nous donnons ci-après le tableau résumant, d'une part nos expériences actuelles effectuées dans la condition d'*extrême stabilité* et, d'autre part, les expériences antérieures que nous venons de rappeler.

H = 40 cm. d = 3 mm. I = 0,1 amp.

	Métal	Point de fusion	Tension
Métaux peu volatils.	Platine.......	1779	472
	Or	1063	473
	Paladium	1585	468
	Argent.......	961	477
	Cuivre.......	1064	479 *
	Nickel.......	1484	472-485
	Fer..........	1600	477
Métaux volatils.	Aluminium...	657	455-500
	Cadmium	320	340-360
	Zinc.........	415	285-295
	Magnésium...	environ 500	242

* Chiffre corrigé voir page 569; la valeur trouvée directement dans l'air était 502 volts.

Expériences de MM. C.-E. Guye et B. Monasch.

Poids atomiques.

	C	*Mg*	*Fe*	*Ni*	Cu	*Ag*	*Cd*	*Pt*	*Au*	
	12	24	55,9	58,6	63,2	107,7	111,5	194,3	196,7	
Tensions aux électrodes (volts)										
d = 3 mm				590	650	660	480	770	790	I = 0,05
= 5 »				770	825	830	650	920	950	
= 7 »				960	1010	1000	810	1000		
d = 3 »		500	650	650	690	710	550	830	880	I = 0,04
= 5 »	640	700	850	850	870	900	725	1000	1070	
= 7 »		890	1050	1050	1070	1100	890	1150	1270	
d = 3 »		600	690	740	780	790	730		1070	I = 0,03
= 5 »		820	910	950	980	990	900		1320	
= 7 »		1040	1130	1170	1180	1210	1080			

Les différences de potentiel observées nous paraissent donc intimément liées à la durée plus ou moins grande de la période d'extinction. Il reste à expliquer pourquoi ces différences de potentiel croissent progressivement avec le poids atomique du métal électrode (abstraction faite du cadmium qui émet d'abondantes vapeurs métalliques).

Deux explications nous paraissent dignes d'être mentionnées. La première consiste à admettre que les électrons émis par la cathode incandescente doivent prendre une vitesse d'autant plus grande que la vapeur métallique adjacente qu'ils ont à ioniser à un poids atomique plus élevé. La période d'allumage se trouve alors retardée jusqu'à ce que le potentiel qui est nécessaire à l'allumage ait été atteint.

Une seconde explication, la plus simple et peut être la plus probable pourrait être recherchée dans la loi

de Dulong et Petit. Les chaleurs spécifiques étant inversément proportionnelles aux poids atomiques, il en résulte que, si les conditions de refroidissement sont à peu près les mêmes[1], l'abaissement de température à chaque extinction sera d'autant plus grand que le métal électrode a un poids atomique plus élevé ; le réallumage de l'arc nécessitera alors, toutes conditions égales, un potentiel plus élevé. En d'autres mots la période d'extinction sera prolongée.

[1] Ces conditions paraissent avoir été assez bien remplies dans les expériences citées. Les électrodes, très petites, étaient successivement fixées aux extrémités de deux tiges de cuivre toujours les mêmes. D'ailleurs le refroidissement par rayonnement doit peu varier d'un métal à l'autre et semble-t-il doit dépasser en importance à ces hautes températures celui par conductibilité (Loi de Stephan approximativement).

LES
VARIATIONS PÉRIODIQUES DES GLACIERS

XIIme RAPPORT, 1906[1],

de la Commission internationale des glaciers,

RÉSUMÉ PAR

F.-A. FOREL

Le douzième rapport de la Commission internationale des glaciers, rédigé par M. le Dr Ed. Brückner, professeur de géographie à l'Université de Vienne, et par M. E. Muret, inspecteur en chef des forêts, à Lausanne, vient de paraître[2]. Il est rempli de faits récoltés par les divers membres de la Commission, MM. Ed. Brückner, de Vienne, O. Marinelli, de Florence, Ch. Rabot, de Paris, P.-A. Oyen, de Christiania, F. Svenonius, de Stockholm, J. de Schokalsky, de St-Pétersbourg, H.-F. Reid, de Baltimore, G. et W.-S. Vaux, de Washington, D. Freshfield, de Londres, E. Muret et F.-A. Forel, de Lausanne ; ils y ont résumé les travaux individuels de cinquante observateurs dévoués auxquels nous adressons nos remerciements reconnaissants.

[1] Voir le résumé du XIe Rapport, *Archives*, XXIII, p. 36. Genève, 1907.

[2] *Zeitschrift für Gletscherkunde*, II. 161. Berlin, 1908.

Ce XII[e] rapport de la Commission renferme de nombreux détails sur l'œuvre générale, qui se développe fort heureusement. Chaque année nos comptes rendus gagnent en intérêt ; les explorations de régions jusqu'à présent négligées, les mesures précises des glaciers connus se multiplient ; les rapports régionaux arrivent à présenter de mieux en mieux des vues générales sur l'ensemble des phénomènes. Cette année, nous signalerons en particulier les rapports sur les Alpes orientales et sur les glaciers de France, qui déduisent très clairement des observations individuelles les allures des variations glaciaires pour la chaîne de montagnes tout entière.

Nous renvoyons le spécialiste qui aurait besoin de plus de détails aux rapports originaux des *Annales de glaciologie*, qui renferment eux-mêmes une bibliographie très complète des observations sur le terrain, permettant une recherche des sources. Pour les lecteurs des *Archives*, qui réclament plutôt une vue d'ensemble sur le phénomène mondial des variations périodiques des glaciers, j'abrégerai autant que possible et je chercherai à généraliser.

EUROPE

ALPES DE L'EUROPE CENTRALE.

Alpes suisses. Les glaciers suisses sont en décrue, ou à l'état stationnaire en stade de minimum [1].

Quelques glaciers, qui l'année dernière étaient signa-

[1] Voir F.-A. Forel et E. Muret. XXV[e] rapport. *Jahrbuch des schw. Alpenclubs*, XLII, 273. Berne. 1907.

lés comme étant en crue douteuse, ou probable, ont recommencé à décroître ; quelques autres ont montré cette année un léger allongement. Ces petites variations, sans persistance, caractérisent l'état stationnaire à la fin de la phase de décrue ; elles doivent être surveillées avec soin, car elles peuvent être l'indice d'une crue qui va commencer, et elles serviront à préciser la date du début de la phase nouvelle. Mais elles ne mériteront d'être signalées que lorsque la crue sera confirmée par plusieurs mesures consécutives, et qu'elle aura pris le caractère de certitude.

90 glaciers suisses sont actuellement surveillés par les agents forestiers cantonaux, sous la direction de l'Inspecteur fédéral des forêts ; 63 ont été mesurés en 1906.

Alpes orientales. 30 glaciers tyroliens ont été mesurés dans l'été de 1906 par les soins de divers membres des clubs alpins allemand et autrichien. 26 étaient en décrue, 3 étaient stationnaires, un seul en crue.

Ont terminé leur phase de crue les glaciers suivants : Gaisberg, Spiegel, Rofenkar, Mittelkar, Taufkar des Alpes de l'Oetzthal. Il semble que la petite crue partielle que j'ai appelée « crue de la fin du XIX[e] siècle », qui avait d'abord apparu dans les Alpes du Mont-Blanc et de la Suisse occidentale et s'était propagée successivement vers l'Est, se termine ou est terminée aussi pour les Alpes du Tyrol.

Parmi les glaciers mesurés, un seul, le Grosselendkees, dans le massif de l'Ankogel, a montré des faits d'allongement (1,8 m. de 1904 à 1906).

Alpes italiennes. De nombreux repères ont été posés devant le front des glaciers du Piémont, de la Lom-

bardie, de la Vénétie. Quelques glaciers ont été mesurés d'après d'anciens repères. Aucun glacier n'est signalé comme étant en crue. Beaucoup d'entre eux sont ou stationnaires, ou en décrue évidente et constatée.

Les glaciers italiens sont dans leur généralité en phase de décrue.

Alpes françaises. Sous l'impulsion du Ministère de l'Agriculture, de la Société des touristes du Dauphiné et de la Commission des glaciers de la Société de géographie de Paris, que préside le prince Roland Bonaparte, les études sur les glaciers prennent en France une activité réjouissante.

Il résulte des travaux récents résumés dans le rapport de M. Rabot que tous les glaciers des Alpes de la Savoie, de la Maurienne, de la Tarentaise et du Dauphiné sont actuellement en décrue ou stationnaires. Un assez grand nombre de petits glaciers marqués sur les cartes ont totalement disparu. La réduction de la glaciation est extrême. Ainsi M. D. Martin signale depuis 1870 la disparition de 2 glaciers et de 11 névés sur la chaîne entre le Val Jouffrey et le Val Gaudemar, et de 14 sur les massifs du Grand et du Petit-Chaillot.

Il apparaît cependant quelques symptômes qui signaleraient peut-être une crue prochaine; quoiqu'encore peu marqués, ils doivent être notés attentivement. Le glacier des Bossons montrait déjà en 1905 quelques indices d'allongement; en 1906, ils se sont accentués; il y a eu avancement de 16 m. sur le flanc droit du glacier, tandis que le centre et le flanc gauche reculaient encore; puis il y a gonflement sur quelques-uns des profils de pierres posées par les observateurs en travers du glacier. C'est encore bien peu certain,

mais comme le glacier des Bossons est l'un des plus sensibles de nos glaciers, au point de vue des variations de longueur, qu'il a été le premier en 1875 à montrer l'allongement de la crue de fin du XIXe siècle, il y a lieu de le surveiller avec soin. Peut-être va-t-il se remetten crue nouvelle. D'autre part, on signale quelques indices de gonflement dans les profils supérieurs du glacier d'Argentière et une accélération notable de la vitesse d'écoulement dans le glacier des Sources de l'Arve.

Pyrénées.

Tous les glaciers mesurés ou observés en 1906 étaient en décrue. Quelques petits glaciers ont disparu. Ainsi le glacier ouest du Pic d'Enfer, marqué sur la carte en 1867, n'existe plus. Les précipitations neigeuses de l'année ont été abondantes ; on signale dans quelques glaciers un gonflement des parties supérieures.

Alpes scandinaves.

Les glaciers de Norvège sont pour le moment des plus intéressants, en ce qu'ils montrent des signes de crue manifeste ; aussi nous allons entrer dans plus de détails que pour les autres pays où la décrue générale continue à régner.

L'année dernière, M. Oyen signalait onze glaciers en crue plus ou moins forte, sur 33 glaciers surveillés, soit plus du tiers ; cette année, sur 21 glaciers mesurés, il y en a aussi 11 qui ont donné des marques d'allongement : c'est plus de la moitié. Mais cependant

la crue n'est pas certaine pour tous, car je reconnais, pour quelques-uns d'entre eux, des changements dans le signe de l'allongement d'une année à l'autre ; il y aurait pour eux l'état stationnaire en stade de minimum, dans lequel on voit se manifester de petites variations dans un sens ou dans l'autre, d'une année à l'autre.

Dans le *Folgefon* le Bondhusbræ, et dans le *Jostedal* les Mjölkevolds, Briksdal et Aabrökkebræ ont donné, dans les deux années 1905 et 1906, des mesures concordantes d'un rapide allongement de 5 à 30 m. et plus par an. Le Bondhus était déjà en crue en 1903, le Briksdal en 1904 ; les deux autres ont commencé à s'allonger seulement en 1906. Pour ces glaciers, nous pouvons les considérer comme étant en crue confirmée et certaine.

Dans le *Jotunheim*, il y a plus d'hésitation ou de divergences : 6 glaciers ont montré dans les deux années des valeurs de décrue : Rings, Skagastöls, Gjertvas, Sandelv, Stor et Heilstugubræ. 2 glaciers seulement ont montré dans les deux années des valeurs conformes de crue, Midtmaradals et Vetlebræ ; le premier est en crue mesurée depuis 1903. 3 glaciers qui étaient en crue en 1905 sont signalés comme étant en raccourcissement en 1902 : Styggedals, Heimre Illaa et Storjuvbræ. 5 glaciers en décrue en 1905 se sont allongés en 1906 : S. Illa, Stygge, Sveljenaas, Tveraa et Glitterbræ. Pour les 8 glaciers de ces deux dernières catégories, la crue est pour le moins douteuse.

Quoiqu'il en soit, il y a dans ces glaciers des Alpes norvégiennes une tendance manifeste à une phase de crue ; elle est encore partielle. Comment va-t-elle se

développer? Combien de temps durera-t-elle ? Va-t-elle se généraliser aussi dans les glaciers de Jotunheim? C'est ce que nous apprendront les recherches ultérieures auxquelles notre confrère M. P.-A. Oyen préside. Nous le félicitons des résultats déjà obtenus.

En présence de cette crue des glaciers norvégiens, il serait bien désirable d'obtenir une surveillance des glaciers suédois. Nous savons que nos amis de Stockholm cherchent à s'organiser.

C'est en effet presque la seule région du globe où, actuellement, on puisse reconnaître une semblable activité des glaciers. A ce point de vue, les glaciers de la Norvège du Sud sont les plus intéressants.

ASIE

Dans les provinces asiatiques de l'empire russe, la Société impériale de géographie a fait faire, par les agents de la Commission des glaciers, des recherches et des mesurages intéressants pour nos études. Des repères ont été posés devant le front des glaciers ; quelques-uns ont été visités à nouveau. Plusieurs glaciers inconnus ont été découverts. Pour quelques glaciers, les naturalistes délégués ont cherché à déterminer le sens de leur variation d'après des observations sur l'aspect du front glaciaire, sur la situation relative des moraines, ou d'après les dires des montagnards. Nous renvoyons pour les détails au rapport de M. de Schokalski et nous chercherons seulement à en tirer les déductions générales.

Boukhara.

Dans la chaîne de Pierre-le-Grand, deux glaciers,

Tovarbeck et Boour-Almalz ont été mesurés de 1904 à 1906 ; ils sont en décrue. D'après les observations de 1905, le Piriakh, sur le versant sud de la chaîne, était en crue très marquée.

Thiane-Chane

Plusieurs glaciers nouveaux sont signalés et décrits. Parmi les glaciers connus, deux sont indiqués comme étant en crue probable, l'Aksou et le Taluguen ; les autres ou stationnaires ou en décrue.

Altaï

D'après la position des moraines dans la chaîne des Mous-taou, M. Sedelnikov concluait en 1903 que tous le glaciers y étaient en décrue.

— En résumé, des documents nombreux et fort intéressants au point de vue géographique rassemblés dans ce rapport sur la Russie d'Asie, il n'apparaît nulle part la preuve d'une crue évidente et générale des glaciers.

Himalaya

Le Service de géologie de l'Inde a ordonné des mesures pour qu'une surveillance scientifique des glaciers de l'Himalaya soit organisée et suivie à l'avenir. Nous en recevrons les résultats avec intérêt.

AMÉRIQUE DU NORD

Alpes de St-Elie.

Baie de Yakutat. Les glaciers montrent des allures très mouvementées. Tandis qu'aucun changement n'est

signalé dans Hayden, Lucia, Turner et Hubbardgl., M. Tarr décrit en 1906 un état extraordinaire de crevassement de Marvine, Atrevida, Seward et Malaspinagl. Le Hænke, petit glacier au nord du Turner, s'avance dans la mer et s'est allongé de près de 1 $^1/_2$ km.; la langue méridionale du Malaspinagl. est également en crue.

Baie des glaciers. De 1892 à 1906, d'après les mesures de MM. Wright, les glaciers, tous en décrue, se sont raccourcis de valeurs considérables : Carroll, Rendu, Reid, Geikiegl. de 1 $^1/_2$ km.; Hugh Miller et Charpentiergl. de 2 km.; Johns Hopkinsgl. de 3 km.; Grand-Pacificgl. de 6 km.; Muir de 10 km. D'après les auteurs des rapports, ces changements seraient dus au grand tremblement de terre de septembre 1899, qui a amené, entre autres, des modifications locales de niveau du sol s'élevant jusqu'à 12 m.

Baie de Lituya. Tandis que la décrue est si considérable dans la baie des glaciers, c'est la crue qui semble dominer dans la baie de Lituya, qui n'en est distante que de 50 km. plus à l'Est. Malheureusement les glaciers y sont anonymes : un peu de nomenclature faciliterait la compréhension des faits. Le glacier entrant dans l'angle nord-est de la baie s'est allongé d'un kilomètre depuis 1894 ; le glacier du centre et celui du nord-ouest sont moins changés, quoique ce dernier paraisse être en crue légère. Cela n'est pas encore bien décisif.

Montagnes Rocheuses.

Dans la partie méridionale, sur territoire des Etats-Unis, les glaciers observés sont tous en décrue, sauf le petit glacier de Hallet, qui s'allonge légèrement.

Dans l'Alberta et la Colombie britannique, les glaciers des « Canadian Rockies » sont en phase de décrue, et cela depuis fort longtemps. Autrefois l'Illecillewaet et l'Asulkan confluaient ensemble ; aujourd'hui ils sont deux glaciers séparés ; autrefois le bassin du lac Louise était rempli par le Victoriagl., qui en est actuellement distant de plus de 2 $^1/_2$ km. 6 glaciers mesurés ou surveillés dans les sept dernières années sont en décrue plus ou moins marquée.

Résumé.

J'essaierai, comme l'année dernière, de donner en tableau d'ensemble les variations des glaciers des diverses régions dont nous avons des rapports en les groupant de mon mieux en glaciers en crue, stationnaires ou en décrue. Je signale par le mot *gén.* les pays où les rapports indiquent une tendance générale, sans spécifier les observations précises.

		Crue	Stationnaires	Décrue
Europe	Alpes suisses	9	—	54
	Alpes autrichiennes	1	3	26
	Alpes italiennes	—	—	*gén.*
	Alpes françaises	1	—	16
	Pyrénées	—	3	*gén.*
	Alpes scandinaves	11	—	9
Asie	Boukharie	1	—	2
	Thiane-Chane	2	2	2
	Altaï	—	—	*gén.*
Amérique	Alpes de St-Elie	3	—	*gén.*
	Montagnes rocheuses Etats-Unis	1	—	*gén.*
	Montagnes rocheuses Canada	—	—	6

Il résulte des rapports de l'année 1906 que :

1° La très grande généralité des glaciers du globe dont nous avons des nouvelles sont en phase de décrue, ou à l'état stationnaire en stade de minimum.

2° Dans les glaciers en stade de minimum, stationnaires par conséquent, devraient rentrer probablement beaucoup de ceux qui sont indiqués comme étant en phase de décrue, et même plusieurs de ceux où l'on a reconnu un petit allongement. De ces derniers, la poussée en avant n'est souvent que temporaire, due à quelque événement local ou à des faits météorologiques transitoires. Le glacier est en état d'hésitation : la décrue est arrêtée, la crue n'a pas encore commencé sérieusement. Mais il est difficile de faire le diagnostic entre cet état indécis du stade stationnaire et le début de la phase de crue; les observations ultérieures permettront seules d'en juger.

3° Plusieurs glaciers des Alpes scandinaves sont en phase de crue bien caractérisée. D'après les glaciers surveillés, la crue serait générale dans le Folgefon et le Jostedal; elle serait seulement partielle dans le Jotunheim.

4° Les glaciers de la baie de Lituya, dans les Alpes de St-Elie, chaîne côtière de l'Alaska méridional, sont indiqués comme étant en crue manifeste. Attendons des observations plus complètes pour l'enregistrer définitivement.

5° Il semble que, pour les glaciers tyroliens, la crue de fin du XIXe siècle soit terminée. Nous le vérifierons l'année prochaine.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

pendant l'année 1907

RÉSUMÉ ANNUEL

PAR

R. GAUTIER
Directeur de l'observatoire de Genève

ET

H. DUAIME

I. *Introduction.*

Il n'y a rien eu de changé en 1907 à l'organisation des stations météorologiques des fortifications de Saint-Maurice. Elles sont toujours au nombre de quatre : *Lavey-village*, *Savatan*, *Dailly et l'Aiguille*, les deux du milieu étant seules des stations complètes. Nous renvoyons donc à ce que nous en disions dans les résumés des années précédentes. Nous rappelons seulement que, cette année encore, le baromètre de la station de Dailly est resté à l'intendance du fort, à 15 mètres au-dessus de son ancien emplacement, au bureau de tir. Pour ne pas rompre l'homogénéité des valeurs de la pression atmosphérique avec celles des

années antérieures, une correction uniforme de $+1^{mm}.2$ a été ajoutée à toutes les hauteurs barométriques observées en 1907, comme à celles des trois années précédent es età celles de la deuxième moitié de 1903.

Le service des observations continue à être confié aux sous-officiers des forts. Nous leur exprimons ici nos remerciements pour la manière dont ils s'acquittent de leur tâche. Nous sommes heureux aussi de profiter de cette occasion pour exprimer notre reconnaissance à M. le colonel Dietler, chef du bureau des fortifications, et à MM. les officiers placés sous ses ordres, pour la manière dont le service météorologique a marché en 1907.

La forme de la publication des *observations mensuelles* est restée la même que de 1903 à 1906. Elles sont groupées par saisons. La forme du *résumé annuel* a aussi été maintenue, et nous avons partout calculé les résultats et les moyennes pour l'*année civile*, comme pour l'*année météorologique*, quoique le détail des observations de décembre 1907 ne soit pas donné ici.

Les tableaux de ce résumé annuel sont les mêmes que ceux du précédent. Ils portent sur les cinq éléments météorologiques observés aux forts de Saint-Maurice : la *température*, la *pression atmosphérique*, l'*humidité de l'air*, la *nébulosité*, puis la *pluie* et la *neige*. Il s'y ajoute, comme pour les cinq dernières années, quelques petits tableaux supplémentaires relatifs au *brouillard*, à la *persistance de la neige* sur le sol, aux *orages* et aux cas de *fœhn*.

Les éléments sur lesquels sont basés ces tableaux se trouvent, pour la plupart, dans les tableaux mensuels publiés d'abord, et il suffira de les accompagner de quelques brèves explications.

II. *Température.*

Les *tableaux I* et *II* fournissent, pour les deux stations de Savatan et de Dailly : 1° les valeurs moyennes des températures des différentes périodes (mois, saisons, année) pour les trois époques diurnes d'observation ; 2° les températures moyennes des mêmes périodes, calculées, comme dans les publications du Bureau central météorologique suisse[1], sur deux formules différentes : *a*) en prenant la moyenne arithmétique des trois températures moyennes diurnes, *b*) en attribuant un poids double à l'observation de 9 heures du soir ; ce sont ces dernières moyennes que nous avons employées plus loin ; 3° les valeurs moyennes, pour les mêmes périodes, des températures minima et maxima.

L'année 1906 avait été une année chaude à Savatan et à Dailly, comme à Genève. L'année 1907 est plutôt froide, comme à Genève, mais il ne s'agit ici que de l'*année météorologique*, car l'*année civile* est à peu près normale. Il y a en effet une différence considérable entre les températures moyennes des mois de décembre 1906 et 1907 : 6°.0 pour Savatan et 5°.8 pour Dailly.

Grâce au froid de l'hiver, l'opposition entre les saisons extrêmes est plus forte qu'en 1905 et en 1906. L'*amplitude annuelle*, correspondant aux mois extrêmes est, à Savatan, de 21°.5 entre décembre 1906 et août 1907 (année météorologique) et de 21°.2 entre février et août (année civile). A Dailly elle est de 19°.5 et de 18°.9 pour les mêmes mois.

[1] *Annalen der schweiz. meteorologischen Zentralanstalt.*

I. TEMPÉRATURE. SAVATAN, 1907

Période	7 h. m	1 h. s.	9 h. s.	Températ. moyenne $\frac{7+1+9}{3}$	Températ. moyenne $\frac{7+1+2x9}{4}$	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1906.	– 4.23	– 2.43	– 3.62	– 3.42	– 3.47	– 5.3	– 0.9
Janv. 1907	– 2.63	– 0.96	– 1.69	– 1.76	– 1.74	– 4.8	+ 1.0
Février ...	– 4.66	– 1.74	– 3.13	– 3.18	– 3.17	– 5.6	– 0.1
Mars	+ 0.42	+ 5.12	+ 2.95	+ 2.83	+ 2.86	– 0.6	+ 7.1
Avril	3.86	9.19	6.02	6.36	6.27	+ 2.9	10.9
Mai	10.43	15.84	12.72	13.00	12.93	9.1	18.3
Juin......	12.73	17.09	14.87	14.90	14.89	11.4	19.7
Juillet	13.38	18.41	16.06	15.95	15.98	12.0	20.8
Août......	15.11	20.48	18.17	17.92	17.98	13.9	23.0
Septembre.	12.75	16.81	15.19	14.92	14.99	11.7	19.0
Octobre ...	9.26	12.31	10.43	10.67	10.61	7.9	14.0
Novembre.	4.65	7.49	5.79	5.98	5.93	3.2	8.5
Décembre .	+ 1.65	+ 3.84	+ 2.30	+ 2.60	+ 2.52	+ 0.1	+ 4.9
Hiver.....	– 3.81	– 1.71	– 2.81	– 2.78	– 2.79	– 5.2	0.0
Printemps.	+ 4.92	+10.06	+ 7.25	+ 7.41	+ 7.37	+ 3.8	+12.1
Eté.......	13.75	18.68	16.38	16.27	16.30	12.4	21.2
Automne..	8.89	12.21	10.47	10.52	10.51	7.6	13.9
Année mét.	5.98	9.86	7.87	7.91	7.90	4.7	11.9
Année civ.	6.48	10.40	8.38	8.42	8.41	5.2	12.3

II. TEMPÉRATURE. DAILLY, 1907

Période	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Températ. moyenne $\frac{7+1+9}{3}$	Températ. moyenne $\frac{7+1+2x9}{4}$	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1906.	– 5.26	– 3.00	– 4.77	– 4.38	– 4.48	– 8.5	– 1.1
Janv. 1907	– 3.26	– 0.60	– 2.33	– 2.07	– 2.13	– 6.7	+ 1.1
Février ...	– 5.33	– 1.77	– 4.11	– 3.74	– 3.83	– 7.8	– 0.3
Mars	– 1.40	+ 2.40	+ 0.46	+ 0.49	+ 0.48	– 3.9	+ 4.1
Avril.....	+ 1.29	4.80	2.18	2.76	2.61	– 0.9	6.2
Mai	7.81	11.49	9.46	9.59	9.56	+ 5.2	13.8
Juin......	10.12	13.70	11.35	11.72	11.63	7.2	15.2
Juillet. ..	10.66	14.67	11.75	12.36	12.21	7.9	16.1
Août	12.66	17.15	15.19	14.99	15.04	9.9	19.2
Septembre	10.96	14.61	12.58	12.71	12.68	8.3	17.0
Octobre ...	6.75	9.60	7.62	7.99	7.90	4.1	11.3
Novembre.	3.57	6.47	4.39	4.81	4.71	+ 0.7	7.6
Décembre .	+ 0.40	+ 2.80	+ 1.05	+ 1.42	+ 1.33	– 2.2	+ 4.0
Hiver.....	– 4.63	– 1.79	– 3.73	– 3.38	– 3.47	– 7.7	– 0.1
Printemps	+ 2.58	+ 6.25	+ 4.06	+ 4.29	+ 4.24	+ 0.1	+ 8.0
Eté	11.16	15.19	12.78	13.04	12.98	8.4	16.9
Automne.	7.09	10.22	8.19	8.50	8.42	4.4	12.0
Année mét.	4.09	7.51	5 37	5.66	5.59	1.3	9.2
Année civ.	4.58	8.00	5.86	6.15	6.08	1.9	9.7

En comparant les températures des deux stations dans le courant de l'année, on trouve, comme toujours, une *décroissance variable avec l'altitude* suivant les saisons et les mois. Elle est donnée dans le petit tableau suivant. La différence de hauteur des thermomètres est de 574 mètres.

Saison.	Décroissance de la température. Absolue.	Pour 100 m.
Hiver	0°.68	0°.12
Printemps	3.13	0.55
Été	3.32	0.58
Automne	2.09	0.36

La décroissance est, comme toujours, plus faible en hiver; elle est minimum en janvier : 0°.39, soit 0°.07 par 100 mètres. — La décroissance maximum est au mois de juillet, où elle est de 3°.77, ou de 0°.66 par 100 mètres.

Les cas d'*inversion de la température* entre les deux stations sont indiqués dans le petit tableau suivant. Ils sont relevés sur les tableaux des températures diurnes des différents mois :

Jours d'inversion de la température.

Décembre	1906	9 jours	....		
Janvier	1907	14 »	Septembre	»	1 jour
Février	»	10 »	Octobre	»	1 »
Mars	»	3 »	Novembre	»	8 »
....			Décembre	»	7 »
Année météorol.		46 jours	Année civile		44 jours

Les cas d'inversion de la température se sont présentés un peu en toute saison en 1907, sauf d'avril à

III. Classement des températures diurnes. SAVATAN, 1907.

Période	Nombre de jours dont la température est comprise entre								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	-15° et -10	- 10° et - 5	- 5° et 0	0° et + 5	+ 5° et +10	+10° et +15	+15° et +20	+20° et +25		
Déc. 1906	1	10	14	6	—	—	—	—	-10°.9 le 29	+ 3°.8 le 5
Janv. 1907	—	4	20	6	1	—	—	—	- 9.9 le 23	5.2 le 2
Février..	1	8	13	6	—	—	—	—	- 0.6 le 3	2.9 le 19
Mars....	—	—	5	18	8	—	—	—	-13.3 le 12	9.5 le 31
Avril....	—	—	—	13	13	4	—	—	+ 1.3 le 29	14.7 le 26
Mai.....	—	—	—	3	3	14	8	3	0.6 le 1	20.7 le 12
Juin.....	—	—	—	—	2	12	16	—	9.8 le 3	19.5 le 28
Juillet...	—	—	—	—	1	12	16	2	9.0 le 2	21.9 le 29
Août....	—	—	—	—	—	9	12	10	11.6 le 16	25.0 le 5
Sept.....	—	—	—	—	1	16	13	—	9.9 le 17	18.7 le 8
Octobre..	—	—	—	—	13	17	1	—	5.3 le 27	16.2 le 13
Nov.....	—	—	—	15	11	4	—	—	+ 1.3 le 24	15.0 le 3
Déc.....	—	—	4	24	3	—	—	—	- 1.5 le 17	6.7 le 9
An. mét.	2	22	52	67	53	88	66	15	-10.9 le 29 déc. 1906	+25.0 le 5 août.
An. civ..	1	12	42	85	56	88	66	15	-10.6 le 3 fév. 1907	id.

IV. Classement des Températures diurnes. DAILLY, 1907.

Période	Nombre de jours dont la température est comprise entre								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	-15° et -10	-10° et - 5	- 5° et 0	0° et + 5	+ 5° et + 10	+10° et +15	+15° et +20	+20° et +25		
Déc. 1906	1	14	13	3	—	—	—	—	-10°.3 le 29	+ 2°.6 le 5
Janv. 1907	—	5	19	6	1	—	—	—	- 9.8 le 23	7.5 le 2
Février..	2	5	16	5	—	—	—	—	-11.2 le 5	2.7 le 27
Mars....	—	2	12	15	2	—	—	—	- 8.5 le 12	6.4 le 31
Avril....	—	—	6	16	8	—	—	—	- 3.9 le 29	10.0 le 25
Mai.....	—	—	3	3	6	16	3	—	- 1.9 le 1	17.8 le 25
Juin.....	—	—	—	—	10	14	6	—	+ 5.5 le 3	16.7 le 9
Juillet...	—	—	—	—	9	14	8	—	5.7 le 2	18.6 le 29
Août....	—	—	—	—	4	10	14	3	8.1 le 16	23.5 le 5
Sept.. ..	—	—	—	—	4	20	6	—	6.8 le 17	17.2 le 8
Octobre..	—	—	—	5	15	11	—	—	+ 1.7 le 26	12.7 les 12, 22
Nov.....	—	—	5	9	16	—	—	—	- 2.0 le 22	9.9 le 4
Déc......	—	—	11	18	2	—	—	—	- 3.4 le 16	5.6 le 1
An. mét.	3	26	74	62	75	85	37	3	-11.2 le 5 fév.	+23.5 le 5 août.
An. civ..	2	12	72	77	77	85	37	3	id.	id.

V. Températures extrêmes. SAVATAN, 1907.

Période	Minimum absolu	Date	Maximum absolu	Date	Nombre de jours: Minimum au-dessous de 0°	Nombre de jours: Maximum au-dessous de 0°
	°		°			
Déc. 1906....	−12.6	le 29	+ 5.0	les 5 et 6	28	18
Janvier 1907..	−13.8	le 23	11.8	le 2	30	10
Février......	−12.6	les 4 et 5	6.8	les 19 et 20	26	13
Mars........	− 7.8	le 12	15.2	le 31	18	—
Avril........	− 1.0	le 28	20.4	le 25	3	—
Mai.........	− 0.6	le 2	27.6	le 25	2	—
Juin.........	+ 6.8	les 3 et 4	25.0	le 20	—	—
Juillet.......	6.0	le 3	28.4	le 29	—	—
Août........	8.4	le 22	32.4	le 5	—	—
Septembre...	8.0	le 17	24.4	le 8	—	—
Octobre......	+ 3.2	le 27	20.6	le 13	—	—
Novembre....	− 2.4	le 23	15.0	le 2	3	—
Décembre....	− 4.6	le 17	9.2	le 9	14	—
Année mét...	−13.8	le 23 janv.	+32.4	le 5 août.	110	41
Année civile..		id.		id.	96	23

VI. Températures extrêmes. DAILLY, 1907.

Période	Minimum absolu	Date	Maximum absolu	Date	Nombre de jours: Minimum au-dessous de 0°	Nombre de jours: Maximum au-dessous de 0°
	°		°			
Déc. 1906....	−14.6	le 31	+ 6.1	le 5	31	21
Janvier 1907..	−14.8	le 23	11.8	le 2	31	9
Février......	−15.5	le 5	9.0	le 27	28	11
Mars........	−14.0	le 12	10.5	le 30	28	4
Avril........	− 5.5	le 29	15.5	le 25	22	1
Mai.........	− 5.0	le 2	23.8	le 25	6	—
Juin.........	+ 2.2	le 3	22.0	le 20	—	—
Juillet.......	1.5	le 3	23.3	le 29	—	—
Août........	4.2	le 22	29.0	le 5	—	—
Septembre...	+ 3.1	le 5	22.2	les 8 et 9	—	—
Octobre......	− 1.0	le 27	18.8	le 16	2	—
Novembre....	− 6.7	le 23	13.8	le 4	15	—
Décembre....	− 7.0	le 17	9.5	le 1	24	1
Année mét...	−15.5	le 5 février	+29.0	le 5 août	163	46
Année civile..		id.		id.	156	26

août. Le nombre maximum tombe en janvier. Le total est un peu supérieur à celui de 1906 pour l'année météorologique et très supérieur pour l'année civile.

Les *tableaux III* et *IV* fournissent, pour les deux stations, le classement des jours de chaque mois et de l'année d'après leurs températures moyennes, ces températures étant groupées entre des limites variant de 5 en 5 degrés, de — 15° à + 25° pour les deux stations. Ils indiquent en même temps, pour les différents mois et pour l'année, les jours les plus froids et les plus chauds.

Les *tableaux V* et *VI* donnent les *températures extrêmes* observées à Savatan et à Dailly, ainsi que les indications sur les nombres de jours où le minimum ou le maximum sont restés au-dessous de zéro, ce qui fournit les totaux de *jours de gel* et de *jours de non-dégel*. Toutes ces indications ne peuvent être prises sur les tableaux mensuels publiés précédemment, mais elles ont été relevées sur les feuilles d'observations originales et sur les feuilles de réduction conservées à l'observatoire de Genève. D'après ces deux tableaux, *l'amplitude extrême* de la température est de 46°.2 à Savatan et de 44°.5 à Dailly.

III. *Pression atmosphérique.*

Rappelons tout d'abord que, à partir du 1er décembre 1903, les corrections des baromètres de Savatan et de Dailly ont été modifiées d'après les comparaisons faites le 7 octobre 1903. Elles sont actuellement de + $1^{mm}.56$ pour Savatan et de + $0^{mm}.70$ pour Dailly.

Les *tableaux VII* et *VIII* donnent, pour Savatan et

pour Dailly, les valeurs moyennes de la pression atmosphérique pour les mois, les saisons et l'année météorologique et civile. Ces valeurs moyennes sont les moyennes arithmétiques des pressions moyennes des mêmes périodes, prises aux trois époques des observations diurnes. Les colonnes suivantes des tableaux fournissent les différences entre ces moyennes des trois observations diurnes et la moyenne générale de la période.

On ne peut naturellement pas, au moyen de ces trois données, déduire la courbe de la *variation diurne* de la pression atmosphérique, mais on peut cependant constater une différence assez sensible dans l'allure des oscillations diurnes des deux baromètres placés à des altitudes différant de $564^{m}.75$ [1].

Si l'on suit la *variation annuelle* de la pression atmosphérique par les valeurs des pressions moyennes des mois, on constate, aux deux stations, une pression maximum très marquée en janvier 1907, maximum principal pour Savatan ; puis, après un minimum secondaire en février et un maximum secondaire en mars, le minimum principal en avril, suivi d'un troisième maximum en août, maximum principal pour Dailly ; enfin un minimum secondaire en octobre.

Les *tableaux IX* et *X* reproduisent, pour les deux stations, les valeurs extrêmes de la pression atmosphérique, relevées sur les tableaux conservés à l'observatoire de Genève et contenant toutes les valeurs de la pression mesurée trois fois par jour et réduite à zéro.

[1] Voir la remarque au début de l'Introduction.

VII. Pression atmosphérique. SAVATAN, 1907.

Période	Pression moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.
	mm.	mm.	mm.	mm.
Décembre 1906	702.15	+ 0.19	- 0.41	+ 0.22
Janvier 1907	709.75	+ 0.02	- 0.17	+ 0.15
Février	702.91	+ 0.10	- 0.42	+ 0.32
Mars	707.56	+ 0.24	- 0.35	+ 0.11
Avril	698.10	- 0.01	- 0.19	+ 0.20
Mai	703.13	+ 0.12	- 0.17	+ 0.05
Juin	704.95	+ 0.10	- 0.41	+ 0.31
Juillet	705.45	+ 0.04	- 0.35	+ 0.31
Août	707.28	+ 0.24	- 0.28	+ 0.04
Septembre	707.19	+ 0.01	- 0.15	+ 0.14
Octobre	701.10	- 0.21	- 0.35	+ 0.56
Novembre	704.82	0.00	- 0.19	+ 0.19
Décembre	702.47	+ 0.23	- 0.28	+ 0.05
Hiver	705.00	+ 0.10	- 0.33	+ 0.23
Printemps	702.98	+ 0.11	- 0.23	+ 0.12
Eté	705.90	+ 0.13	- 0.35	+ 0.22
Automne	704.34	- 0.07	- 0.23	+ 0.30
Année météorologique	704.55	+ 0.07	- 0.29	+ 0.22
Année civile	704.58	+ 0.07	- 0.27	+ 0.20

VIII. Pression atmosphérique. DAILLY, 1907.

Période	Pression moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.
	mm.	mm.	mm.	mm.
Décembre 1906	654.32	+ 0.30	- 0.25	- 0.05
Janvier 1907	661.41	+ 0.06	- 0.06	0.00
Février	654.30	+ 0.09	- 0.30	+ 0.21
Mars	660.11	- 0.02	- 0.04	+ 0.06
Avril	651.95	- 0.15	+ 0.02	+ 0.13
Mai	657.55	+ 0.02	- 0.09	+ 0.07
Juin	659.65	- 0.04	- 0.12	+ 0.16
Juillet	660.41	- 0.16	- 0.09	+ 0.25
Août	662.34	+ 0.10	- 0.13	+ 0.03
Septembre	661.61	- 0.12	- 0.16	+ 0.28
Octobre	654.76	- 0.32	- 0.16	+ 0.48
Novembre	658.06	+ 0.03	- 0.13	+ 0.10
Décembre	655.21	+ 0.12	- 0.23	+ 0.11
Hiver	656.76	+ 0.15	- 0.19	+ 0.04
Printemps	656.59	- 0.04	- 0.04	+ 0.08
Eté	660.81	- 0.03	- 0.12	+ 0.15
Automne	658.11	- 0.14	- 0.15	+ 0.29
Année météorologique	658.07	- 0.02	- 0.12	+ 0.14
Année civile	658.15	- 0.03	- 0.12	+ 0.15

IX. Pressions extrêmes. SAVATAN, 1907.

Période	Minimum	Maximum	Amplitude
	mm	mm	mm
Décembre 1906.......	685.5 le 27	711.9 le 21	26.4
Janvier 1907.........	693.0 le 30	719.1 le 18	26.1
Février..............	690.1 le 13	712.0 le 28	21.9
Mars.................	698.1 le 11	714.0 le 22	15.9
Avril......	686.4 le 4	711.9 le 23	25.5
Mai..................	697.2 le 19	707.8 le 9	10.6
Juin.................	697.9 le 30	709.1 le 23	11.2
Juillet..............	697.4 le 1	711.1 le 11	13.7
Août.................	701.6 le 15	711.8 le 21	10.2
Septembre...........	698.0 le 28	713.2 le 9	15.2
Octobre	686.6 le 16	711.8 le 11	25.2
Novembre	696.6 le 3	710.5 le 15	13.9
Décembre	688.2 le 14	715.0 le 17	26.8
Année météorologique.	685.5 le 27 déc. 06	719.1 le 18 janv.	33.6
Année civile.........	686.4 le 4 avril 07	id.	32.7

X. Pressions extrêmes. DAILLY, 1907.

Période	Minimum	Maximum	Amplitude
	mm	mm	mm
Décembre 1906.......	638.3 le 27	663.7 le 3	25.4
Janvier 1907.........	646.5 le 30	668.5 le 18	22.0
Février..............	642.3 le 13	663.9 le 27	21.6
Mars.................	651.8 le 11	665.8 le 22	14.0
Avril	641.0 le 4	665.7 le 23	24.7
Mai..................	650.7 le 19	660.8 le 11	10.1
Juin	653.1 le 1	663.5 le 23	10.4
Juillet..............	652.9 le 1	664.8 le 11	11.9
Août.................	658.0 le 15	666.4 le 13	8.4
Septembre...........	653.6 le 28	667.0 le 9	13.4
Octobre	643.3 le 16	664.5 le 11	21.2
Novembre	651.2 le 3	663.1 le 15	11.9
Décembre	641.8 le 14	666.9 le 17	25.1
Année météorologique.	638.3 le 27 déc. 06	668.5 le 18 janv.	30.2
Année civile.........	641.0 le 4 avril 07	id.	27.5

IV. *Humidité de l'air.*

Les *tableaux XI* et *XII* fournissent, pour Savatan et Dailly et pour les treize mois, les saisons et l'année : d'abord les valeurs moyennes de la fraction de saturation aux heures des trois observations diurnes, puis la valeur de la *fraction de saturation moyenne*, enfin les

XI. Fraction de saturation en %. SAVATAN, 1907.

Période	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. absolu	Maxim. absolu		Fréquence relative de la saturation
Déc. 1906..	76	72	76	75	28	100	14 fois	0.151
Janv. 1907.	77	70	75	74	31	100	8 »	0.086
Février....	73	65	75	71	34	100	4 »	0.048
Mars......	69	59	64	64	27	100	4 »	0.043
Avril	83	64	74	74	29	100	22 »	0.244
Mai.......	76	69	72	72	27	100	24 »	0.258
Juin	85	74	74	78	40	100	20 »	0.222
Juillet	78	63	63	68	42	100	16 »	0.172
Août	68	55	56	60	32	100	1 »	0.011
Septembre.	74	68	69	70	30	99		0.000
Octobre ...	77	69	70	72	23	100	7 »	0.075
Novembre .	69	68	71	69	23	100	5 »	0.056
Décembre .	72	63	72	69	35	100	15 »	0.161
Hiver.....	75	69	76	73	28	100	26 fois	0.096
Printemps.	76	64	70	70	27	100	50 »	0.181
Eté.......	77	64	65	68	32	100	37 »	0.134
Automne..	73	68	70	71	23	100	12 »	0.044
Année mét.	75	66	70	71	23	100	125 fois	0.114
Année civ.	75	66	70	70	23	100	126 »	0.115

XII. Fraction de saturation en %. DAILLY, 1907.

Période	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. absolu	Maxim. absolu		Fréquence relative de la saturation
Déc. 1906..	79	68	78	75	25	100	27 fois	0.290
Janv. 1907.	78	70	77	75	22	100	38 »	0.409
Février....	78	68	74	73	32	100	28 »	0.333
Mars......	74	64	71	70	22	100	18 »	0.194
Avril	84	72	78	78	36	100	34 »	0.378
Mai	74	70	70	71	22	100	22 »	0.237
Juin	80	71	71	74	30	100	21 »	0.233
Juillet	80	67	71	73	37	100	14 »	0.151
Août	77	63	63	68	20	100	7 »	0.075
Septembre.	77	65	73	72	31	100	17 »	0.189
Octobre ...	74	72	71	72	25	100	33 »	0.355
Novembre .	61	54	59	58	23	100	11 »	0.122
Décembre .	69	59	67	65	22	100	22 »	0.237
Hiver.....	78	69	76	75	22	100	93 fois	0.344
Printemps.	78	68	73	73	22	100	74 »	0.268
Eté.......	79	67	68	71	20	100	42 »	0.152
Automne..	71	64	68	67	23	100	61 »	0.223
Année mét.	76	67	71	72	20	100	270 fois	0.247
Année civ.	76	66	70	71	20	100	265 »	0.242

minima et les maxima absolus; lorsque le maximum correspond à la *saturation* complète, le nombre des cas de saturation est indiqué. Une dernière colonne fournit, par symétrie avec les tableaux analogues des résumés pour Genève et le Grand Saint-Bernard, la *fréquence relative de la saturation*.

Cette année encore, la fraction de saturation moyenne annuelle est à peu près la même aux deux stations, mais son allure n'est pas la même au cours des saisons. Elle est maximum en hiver, mais tandis que le minimum est en été à Savatan, il est en automne à Dailly. Le mois le plus humide est juin à Savatan, avril à Dailly; le mois le plus sec est août à Savatan, novembre à Dailly. Il n'y a nulle part de minimum très bas. Quant aux cas de saturation ils sont à peu près en même nombre à Dailly que l'année précédente; à Savatan, il y en a beaucoup plus que pendant l'année sèche 1906.

V. *Nébulosité*.

Dans le *tableau XIII*, la *nébulosité* ou l'*état du ciel* aux trois stations où il est observé est indiqué de deux manières différentes : 1° par les nombres de jours *clairs*, *peu nuageux*, *très nuageux* et *couverts*, ces désignations correspondant aux valeurs moyennes de la nébulosité diurne comprises entre les limites : 0.0 et 2.5, 2.5 et 5.0, 5.0 et 7.5, 7.5 et 10.0; 2° par la valeur moyenne de la nébulosité de chaque période, ces valeurs moyennes étant d'ailleurs déduites des valeurs de la nébulosité des différents jours, fournies dans les tableaux mensuels.

Il y a, cette année, une assez bonne concordance générale pour la nébulosité entre les trois stations : avril a été partout le mois le plus nébuleux, sauf à Lavey où il est un peu dépassé par le mois d'octobre ;

XIII. État du Ciel, 1907.

	LAVEY					SAVATAN					DAILLY				
Période.	Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours cou-verts.	Nébu-losité moyenne.	Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours cou-verts.	Nébulo-sité moyenne	Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours cou-verts.	Nébulo-sité moyenne.
Déc. 1906 ..	13	4	1	13	4.9	12	5	2	12	5.1	13	4	1	13	4.9
Janv. 1907..	9	8	4	10	5.0	8	8	3	12	5.5	8	6	5	12	5.5
Février	12	8	2	6	3.8	11	7	4	6	4.3	13	6	3	6	3.9
Mars	13	4	6	8	4.2	13	6	5	7	4.2	16	4	5	6	3.9
Avril	4	7	5	14	6.6	2	9	6	13	6.7	5	6	4	15	6.5
Mai........	7	3	12	9	5.8	7	5	10	9	5.6	6	7	7	11	5.9
Juin.......	6	8	3	13	5.6	6	5	10	9	5.8	6	7	7	10	5.5
Juillet	13	8	2	8	4.3	10	9	6	6	4.6	12	9	2	8	4.3
Août.......	11	11	3	6	3.9	15	8	5	3	3.4	14	5	9	3	3.8
Septembre..	10	4	10	6	4.5	11	7	8	4	3.9	11	5	12	2	4.0
Octobre	3	7	8	13	6.7	3	8	12	8	6.0	4	8	9	10	5.8
Novembre. .	7	9	2	12	5.3	8	5	10	7	5.2	11	5	9	5	4.5
Décembre ..	8	5	6	12	5.6	10	4	7	10	5.0	8	7	4	12	5.3
Hiver......	34	20	7	29	4.6	31	20	9	30	5.0	34	16	9	31	4.8
Printemps .	24	14	23	31	5.5	22	20	21	29	5.5	27	17	16	32	5.4
Été........	30	27	8	27	4.6	31	22	21	18	4.6	32	21	18	21	4.5
Automne...	20	20	20	31	5.5	22	20	30	19	5.0	26	18	30	17	4.8
Année mét..	108	81	58	118	5.1	106	82	81	96	5.0	119	72	73	101	4.9
Année civ. .	103	82	63	117	5.1	104	81	86	94	5.0	114	75	76	100	4.9

août a été le plus clair, sauf à Lavey où il est encore dépassé par février.

Le *tableau XIV* donne la statistique des *jours de brouillard* aux trois stations. Les nombres qui figurent au tableau comprennent les jours où le brouillard a été noté pendant une partie de la journée ou pendant tout le jour. Ce dernier cas est rare; il n'a été constaté, en 1907, que quatre fois à Dailly et à l'Aiguille.

Si l'on compare les quatre stations entre elles, on trouve que le nombre des cas de brouillard est nul à Lavey au fond de la vallée et augmente avec la hauteur. Le nombre est maximum à l'Aiguille, ce qui ne doit pas étonner, vu que très souvent le sommet du territoire des forts est enveloppé de nuages. Au reste, il y a eu, en 1907 comme en 1906, sensiblement moins de jours de brouillard aux quatre stations qu'en 1905.

XIV. Nombre de jours de brouillard en 1907.

Période	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
Décembre 1906	0	1	1	9
Janvier 1907............	0	1	4	7
Février	0	3	2	4
Mars	0	1	2	3
Avril	0	3	4	16
Mai	0	0	0	3
Juin	0	1	2	8
Juillet	0	0	3	4
Août	0	0	1	3
Septembre	0	0	5	8
Octobre................	0	2	10	10
Novembre..............	0	1	3	5
Décembre..............	0	2	3	5
Année météorologique...	0	13	37	80
Année civile...........	0	14	39	76

VI. *Pluie et neige.*

Le *tableau XV* contient le relevé de tout ce qui concerne les précipitations atmosphériques dans leur

XV. Précipitations atmosphériques dans l'année 1907.

Période	Hauteur d'eau tombée en mm.				Nombre de jours de précipitations			
	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
	mm.	mm.	mm.	mm.				
Déc. 1906...	129.8	138.4	175.8	156.7	13	15	17	17
Janv. 1907..	65.6	70.0	90.6	95.1	10	12	13	13
Février.....	40.3	32.9	46.2	43.2	5	8	8	9
Mars.......	67.7	71.9	75.1	75.0	9	10	12	12
Avril.......	97.7	89.6	103.7	94.6	13	14	18	18
Mai.........	60.2	65.1	107.8	116.9	14	16	18	18
Juin........	130.9	135.2	158.1	142.0	15	13	15	15
Juillet......	61.9	71.8	90.8	87.5	11	11	12	12
Août........	93.3	95.5	109.6	91.5	12	10	13	12
Septembre...	36.3	37.2	52.5	59.8	8	8	7	8
Octobre.....	117.4	124.7	139.6	146.3	13	14	16	16
Novembre...	10.2	11.9	16.8	13.7	4	3	4	4
Décembre...	97.5	101.6	124.8	106.5	15	14	15	15
Hiver.......	235.7	241.3	312.6	295.0	28	35	38	39
Printemps ..	225.6	226.6	286.6	286.5	36	40	48	48
Eté..... ...	286.1	302.5	358.5	321.0	38	34	40	39
Automne....	163.9	173.8	208.9	219.8	25	25	27	28
Année mét. .	911.3	944.2	1166.6	1122.3	127	134	153	154
Année civile.	879.0	907.4	1115.6	1072.1	129	133	151	152

ensemble : hauteur d'eau tombée et nombre de jours de précipitations, d'après les chiffres des tableaux mensuels.

L'année 1906 avait été une année sèche à St-Maurice, comme à Genève ; l'année 1905 avait été une année très humide, surtout à St-Maurice ; 1907 est un peu moins humide que 1905, mais c'est une des années les plus humide après celle-là pour toute la période décennale de 1898 à 1907. A Genève, l'année 1907 a été plutôt humide, avec 876 millimètres d'eau, mais on ne peut pas la qualifier d'année très humide. Au Grand Saint-Bernard, nous constatons au contraire une chute d'eau très forte, presque aussi forte qu'en 1905, 1710 millimètres. Il y a donc augmentation relative des chutes d'eau à mesure que l'on monte plus haut.

Si l'on néglige, pour les quatre stations de Saint-Maurice, ainsi que pour Genève et le Grand Saint-Bernard, les jours où il est tombé moins d'un millimètre d'eau, on trouve pour les nombres de jours de pluie les chiffres suivants :

Station Altitude	Genève (406m)	Lavey (430m)	Savatan (671m)	Dailly (1250m)	Aiguille (1446m)	St-Bernard (2476m)
Année météorol.	104	111	113	122	125	143
Année civile	108	110	112	118	121	138

Pour le nombre des jours de pluie, nous trouvons donc aussi une augmentation graduelle à mesure que l'on s'élève, et cela correspond aux chiffres de la quantité d'eau.

Si l'on examine les hauteurs de pluie par mois et par saisons, on constate d'abord que ce sont les mois de décembre 1906 et de juin 1907 qui ont été les plus humides, et le mois de novembre le plus sec. On voit aussi que c'est l'été qui a été le plus pluvieux, et l'automne le moins.

Si l'on compare maintenant les quatre stations des forts de Saint-Maurice entre elles, au point de vue de la hauteur d'eau recueillie, on trouve, comme toujours, le maximum à Dailly et une quantité croissante avec l'altitude. A l'Aiguille, la quantité d'eau est encore un peu moindre qu'à Dailly, probablement à cause du vent qui souffle plus fort à cette altitude sur l'arête assez étroite de la montagne, mais la différence avec Dailly est faible cette année.

Le *tableau XVI* donne les totaux des hauteurs de neige mesurées aux quatre stations, ainsi que les nombres de jours de neige. Comme il est naturel, la quantité de neige croît régulièrement avec la hauteur. En 1907, la neige a fait sa dernière apparition en mai à Dailly et à l'Aiguille. Elle a reparu aux deux stations

supérieures en novembre et à Savatan en décembre. A Lavey, il a neigé dès le mois de décembre, mais on n'a pu mesurer de nouveau une quantité appréciable qu'en janvier 1908.

XVI. Neige dans l'année 1907.

Période	Hauteur de neige en centimètres				Nombre de jours de neige			
	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
	cm.	cm.	cm.	cm.				
Déc. 1906....	74	112	152	233	9	13	16	16
Janv. 1907...	34	61	130	155	5	8	11	12
Février......	8	35	59	55	3	8	8	8
Mars........	3	12	63	85	2	5	7	8
Avril........	—	2	59	118	—	1	12	15
Mai.........	—	—	8	16	—	—	3	4
....								
Novembre ...	—	—	2	5	—	—	2	2
Décembre ...	—	13	76	93	—	4	9	9
Année mét...	119	222	473	667	19	35	59	65
Année civile..	45	123	397	527	10	26	52	58

Enfin, si l'on fait le relevé du temps pendant lequel la neige a séjourné sur le sol, on trouve les chiffres contenus dans le *tableau XVII*. Dans l'hiver 1906-1907, la neige a persisté sans interruption du 2 décembre au 4 mai à l'Aiguille, du 2 décembre au 31 mars à Dailly, du 6 décembre au 20 mars à Savatan, et du 10 décembre au 12 février à Lavey.

XVII. Nombre de jours où la neige a persisté sur le sol en 1907.

	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
Décembre 1906	23	29	30	30
Janvier 1907	31	31	31	31
Février	20	28	28	28
Mars	2	20	31	31
Avril	—	—	11	30
Mai	—	—	5	7
....				
Novembre..............	—	—	3	4
Décembre..............	—	13	23	28
Année météorologique...	76	108	139	161
Année civile...........	53	92	132	159

Le nombre des *orages* constatés aux forts de Saint-Maurice est donné dans le petit tableau suivant ; il comprend tous ceux qui ont été notés à l'une ou à l'autre des quatre stations. Il y en a le même nombre qu'en 1906.

Orages en 1907.

Mai	2	Juillet	3
Juin	3	Août	6
Année (météorologique ou civile)			14

Les observations du *fœhn* ont continué en 1907 aux quatre stations. Les indications des observateurs correspondent à des coups de vent violents venant du sud et accompagnés d'une hausse de la température et d'une diminution de la valeur de la fraction de saturation. Nous les avons classés par mois et par stations, et les chiffres sont donnés au tableau suivant :

Nombre de jours de fœhn en 1907.

Mois	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
Décembre 1906	2	2	—	—
Janvier 1907	2	2	1	1
Février	—	—	—	—
Mars	1	1	—	—
Avril	—	1	—	—
....				
Septembre	2	2	1	1
Octobre	3	3	3	3
Novembre	2	2	—	—
Décembre	—	—	—	—
Année météorol.	12	13	5	5
» civile	10	11	5	5

Les nombres de ce tableau sont inférieurs à ceux des années antérieures, spécialement pour les deux stations supérieures. Le maximum de fréquence est toujours en hiver et en automne.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 16 avril 1908.

Tommasina. Mécanisme du rayonnement. — A. Brun. Cristallisation du quartz.

M. Th. TOMMASINA lit une Note, *sur le mécanisme du rayonnement*, qu'il présente comme troisième Note, *sur la physique de la gravitation universelle.*

« La science possédait, depuis Newton, la loi de la gravitation, mais elle n'avait aucune connaissance de la mécanique de cette action qui est fondamentale pour l'existence de l'univers. Il n'est donc pas nécessaire d'insister pour démontrer l'importance et la nécessité de poursuivre des recherches afin de fournir aux traités de physique les matériaux pour le chapitre qui leur manque encore, sur ce phénomène universel et primaire, substratum qui coexiste inséparablement en chaque phénomène, de la nature, que cette science étudie.

Sous le nom générique de *rayonnement* l'on comprend l'ensemble de toutes les radiations, c'est-à-dire le mécanisme identique pour toutes, qui produit les radiations électromagnétiques que l'on distingue, par ordre décroissant de longueurs d'onde, en : *ondes hertziennes, chaleur rayonnante, lumière visible, lumière invisible,* ou *rayons ultraviolets*, puis *rayons de Röntgen* et *rayons* γ *de Becquerel* ou *de radioactivité.* Quant aux *rayons anodiques, rayons-canal, rayons cathodiques, rayons* α *et* β *de radio-*

activité, ils ont comme origine le mécanisme du rayonnement, mais multiple et différemment combiné en chacun d'eux, et cette différence de complexité, donc, de forme cinétique, en fait des entités distinctes avec des propriétés spéciales, permettant de les reconnaître et de les séparer pour en faire l'étude expérimentale et en rechercher les utiles applications.

L'on voit donc que le mécanisme du rayonnement constitue le point de départ pour acquérir la connaissance intime, c'est-à-dire pour avoir l'explication physique, de toutes ces catégories de phénomènes. Or la physique actuelle, qui possède une optique très riche en faits parfaitement étudiés que l'on peut croire définitivement établis, qui possède une théorie ondulatoire et électromagnétique des radiations, désormais admise sans oppositions, n'a aucune connaissance, je dirai officielle, sur le mécanisme vrai du rayonnement. Ce mécanisme qu'ont décrit, plus ou moins clairement, quelques théoriciens, n'a pas reçu encore la forme qui imposera son introduction dans la Science. Dans ma Note du 20 février, j'ai affirmé que *la constatation expérimentale des pressions mécaniques, longitudinales et tangentielles, exercées par le rayonnement lumineux sur les corps, nous a révélé sa forme cinétique*, je vais en donner l'explication.

La théorie électromagnétique des radiations est basée sur les modifications que subit un champ électromagnétique par la présence d'une charge électrique en mouvement, aussi le rayonnement est électromagnétique parce que ce qui vibre transversalement en lui est une charge électrique. C'est là le fait essentiel. Sans entrer dans la question de sa nature, sans décider si elle est un centre de lignes de force convergentes ou divergentes, c'est-à-dire si elle est un électron négatif ou un électron positif, nous nous bornerons à l'indiquer par un simple point, un point matériel, car il a une masse fonction de sa vitesse, proportionnellement à laquelle il exerce des poussées, ou pressions mécaniques, contre tout ce qui vient à se placer sur son chemin. Ce chemin est sa trajectoire,

et, comme dans le rayon la charge vibre transversalement, cette trajectoire doit se trouver toute sur un plan tangentiel de la surface d'onde sphérique et pratiquement sur celle-ci. Cette trajectoire, qui est le parcours de la vibration ou oscillation, a comme formes limites, la ligne droite et le cercle, et comme formes intermédiaires des ellipses qui pourront même subir des déformations quelconques, dues à l'entrecroisement des propagations simultanées. Supposons une orbite circulaire, parce qu'elle donne plus clairement la vision du phénomène, et examinons comment peuvent se produire les pressions Maxwell-Bartoli, pressions réelles ayant été constatées expérimentalement et mesurées.

Il est évident qu'il n'existe qu'une seule modification cinétique apte à produire ces pressions normales entre elles, c'est la trajectoire solénoïdale. En effet, si la vibration s'effectue continuellement sur le même plan transversal, il y a production de forces tangentielles, mais non pas des longitudinales parallèles au rayon. Si nous remplaçons le point matériel par ce mécanisme inconnu que nous appelons électron, alors on pourrait supposer que par simple frottement avec son contigu l'électron produise la pression longitudinale, mais comme il y aurait nécessairement un retard entre les transmissions successives par frottement d'un électron au suivant, la trajectoire de la pression longitudinale serait toujours également solénoïdale.

La pression longitudinale parcourt un solénoïde dont le diamètre invariable est celui de la masse transversale de l'électron, ou, ce qui revient au même, de sa sphère d'action, et il représente l'amplitude de l'oscillation ou vibration transversale de cette charge électrique élémentaire.

C'est cette dernière considération qui m'a amené à conclure en faveur de l'existence d'un certain nombre de spires au lieu du simple frottement produit par une trajectoire fixe sur un plan invariable, même dans le cas réel de l'électron. Conclusion qui a, en outre, l'avantage de

fournir par le nombre des spires la modification cinétique, suffisante pour expliquer le passage insensible, sans arrêt, soit dans la gamme spectrale entre les rayons visibles colorés, soit entre toutes les autres catégories de radiations. »

M. Tommasina déclare avoir ainsi clairement démontré que la forme solénoïdale de la trajectoire de la pression mécanique longitudinale du rayon, pression Maxwell-Bartoli, est un complément nécessaire aux théories actuellement admises, complément qui est, en outre, très utile par la connaissance qu'il apporte sur le mécanisme du milieu actif qui remplit l'espace, dont l'activité semble être la source unique de tous les phénomènes.

M. Albert Brun fait une communication sur la *cristallisation du quartz*.

Il montre que dans un système volcanique anhydre, la tridymite et le quartz peuvent cristalliser simplement sous l'influence des vapeurs de chlorures qui s'échappent de la cheminée éruptive, ou qui imprègnent le magma, *comme c'est la règle générale*. C'est très probablement sous l'influence des quelques millièmes de chlorure qu'elle contient, que l'obsidienne de Lipari doit de cristalliser à une basse température (510°)[1].

L'auteur a reproduit avec la plus grande facilité le quartz et la tridymite par un procédé expérimental excessivement simple. En exposant des masses de silice fondue aux vapeurs des chlorures volcaniques, c'est-à-dire à un mélange de vapeurs de KCl — NaCl, à l'abri de l'air, à la pression ordinaire, il se forme par transformation de ce verre, du quartz. La masse se transforme intégralement en cristaux. Le quartz ainsi obtenu est fibrillaire, en fibres à allongement positif et ayant la biréfringence et les directions d'extinction voulues.

Au début, les fibres très fines sont, ou parallèlement

[1] Voir *Archives* t. XXIII, juillet 1907, page 97. Cristallisation de l'obsidienne de Lipari.

accolées, ou associées en sphérolites à croix noire ; elles finissent bientôt par fournir un cristal homogène ; on voit fort bien en arrêtant la cristallisation à temps, que les cristaux de quartz, en formation, pénètrent comme des aiguilles, dans l'intérieur de la masse vitreuse du verre de silice.

La température nécessaire à cette cristallisation est voisine de (700° à 750°), la durée de l'opération n'est que de 40 heures seulement.

En la prolongeant, les petits cristaux à peu près parallèles, se réunissent pour en former de plus grands, dont les dimensions croissent continuellement : En quelques jours (3 ou 4) le cristal optiquement homogène a déjà 3 millimètres de longueur.

L'expérience effectuée aux températures convenables, ne fournit pas de silicate. La silice ne perd pas de poids.

Si l'on opère au delà de 800° (sans atteindre 1000°) avec la poudre de silice amorphe, on obtient en 11 heures des cristaux hexagonaux de tridymite.

M. Brun rappelle une expérience ancienne de Margottet qui, en maintenant de la silice précipitée, dans du chlorure de lithium en fusion avait obtenu le quartz, mais seulement au bout d'un temps très long. Tandis que l'expérience faite avec la vapeur des chlorures volcaniques sur un verre de silice, amène la cristallisation en un temps très court.

Ceci montre une fois de plus la complète inutilité de l'eau comme agent de cristallisation des roches acides. L'hypothèse de la présence de l'eau comme minéralisateur du quartz, nécessite l'introduction d'une seconde hypothèse : celle de la pression ; que l'on imagine souvent d'une grandeur considérable.

Il semble que l'on cherche à compliquer à plaisir un phénomène très simple, et qui ne nécessite aucune condition autre, que celle d'amener à une température convenable, précisément les éléments mêmes qui constituent le magma de la roche éruptive anhydre.

Seance du 7 mai.

Th. Tommasina. Démonstration de l'existence d'électrons non déplaçables et de leur rôle dans le mécanisme réel des lignes de force de Faraday. — Le même. Sur un curieux phénomène d'accroissement de la lumière réfléchie par un corps blanc sous l'action de la chaleur obscure. — Emile Yung. Les effets anatomiques d'une alimentation exclusivement végétale sur l'intestin. — A. Sprecher. Développement du suçoir de l'embryon chez quelques Graminées. — C.-E. Guye et A. Bron. Différence de potentiel et stabilité de l'arc alternatif entre métaux.

M. Th. Tommasina. — *Démonstration de l'existence d'électrons non déplaçables et de leur rôle dans le mécanisme réel des lignes de force de Faraday.*

Lorsqu'une notion fondamentale, comme celle tirée d'après les résultats des expériences de Kaufmann, que *la masse de l'électron est fonction de sa vitesse* est admise, on doit l'introduire partout où la masse électromagnétique d'une charge élémentaire joue un rôle, soit dans l'explication d'un phénomène, soit dans une loi, soit dans une simple définition. Les conclusions de ma Note du 20 février sont basées, en grande partie, sur cette nouvelle notion; j'y reviens dans celle-ci pour montrer toute l'étendue qu'il faut lui donner en physique théorique et les importantes conséquences que l'on peut en déduire.

L'on sait que le mouvement d'un électron n'est pas un phénomène que l'on puisse considérer isolément. L'électron n'est pas quelque chose qui se déplace par ses propres forces, et les champs électriques qui lui sont extérieurs n'interviennent pas simplement pour modifier sa marche ou pour en être modifiés, *comme le pensent erronément quelques mathématiciens*, mais ils constituent la vraie action qui meut l'électron, lequel, au contraire, réagit contre elle et la modifie, aussi sa direction et sa vitesse sont la résultante de plusieurs actions et réactions simultanées et consécutives. Voilà une complexité de mécanismes réels qu'il faut tâcher de connaître, car si la masse

de l'électron, c'est-à-dire son inertie, est fonction de sa vitesse, par le principe de l'égalité de l'action et de la réaction, doivent exister forcément d'autres masses fonctions de vitesses autour de lui, celles, au moins, contre lesquelles il réagit. Il nous faut donc admettre que ces masses actives qui agissent extérieurement à l'électron mobile sont d'autres électrons. Dans ce cas, comme un champ électrique est constitué par ses lignes de force *et par rien d'autre*, ces lignes seront les trajectoires des énergies transmises par les électrons extérieurs, trajectoires qui atteignent toutes l'électron déplaçable, dont la marche a lieu dans la direction de la résultante.

Cette manière claire et exacte d'envisager le phénomène permet d'établir l'*existence d'électrons fixes autour de chaque électron mobile, et de voir comment celui-ci est négatif tandis que les fixes sont positifs.* Nous savons, en effet, que les lignes de force des champs extérieurs convergent vers l'électron déplaçable ; celui-ci est donc négatif, car entre l'action extérieure et sa propre réaction, c'est lui qui cède.

Aussi on peut dire que *l'électron négatif constitue un centre vers lequel est dirigé le surplus d'énergie qui sert à produire son déplacement.* Au contraire, lorsqu'autour d'un centre les lignes de force sont divergentes, c'est-à-dire *lorsque l'énergie des champs extérieurs est plus faible que la réaction de l'électron, de façon que le surplus d'énergie rayonne de l'électron, celui-ci est positif et non déplaçable hors de sa sphère d'action,* au lieu d'être mobile il est moteur, parce que vibrant sur place il transmet toute entière l'énergie qu'il reçoit. *Ce sont donc des électrons positifs qui doivent constituer le milieu actif électromagnétique.* Ce que j'avais déjà annoncé dans le Mémoire que j'ai lu au Congrès de 1905 à Liège[1]. *L'éther du physicien*

[1] Th. Tommasina. Sur la théorie cinétique de l'électron qui doit servir de base à la théorie électronique des radiations. — Comptes rendus du 1er Congrès international pour l'étude de la Radiologie et de l'Ionisation, à Liège, en 1905. pp. 12 à 22. Bruxelles, imprimerie L. Severeyns.

est le mécanisme du rayonnement, on ne reconnaît rien d'autre dans l'espace.

L'on admet, depuis Faraday, que les lignes de force contiguës d'un champ se repoussent réciproquement. Pour expliquer cette action par la nouvelle théorie, il suffit de considérer chaque ligne de force, non pas comme la trajectoire d'un seul électron, mais comme un alignement d'électrons qui ne vibrent que dans leur propre sphère d'action, ce qui est précisément le cas des électrons positifs non déplaçables. Ceux-ci transmettent ainsi successivement l'un à l'autre l'énergie cinétique, dont la composante longitudinale, par la direction de la propagation, indique la convergence des lignes de force et conséquemment le signe négatif de l'électron déplacé. Quant aux composantes transversales, elles produisent les poussées qui tendent à écarter les unes des autres les lignes de force contiguës. *Ce sont donc des forces identiques aux pressions Maxvell-Bartoli du mécanisme du rayonnement qui jouent un rôle essentiel dans la dynamique intra-atomique.* D'après ce qui précède, il semble que *ce qui distingue les deux catégories d'électrons n'est pas une nature différente, mais leur fonction, qui fait qu'un électron est positif parce que, étant lié en chaînon de ligne de force, il agit comme transmetteur d'énergie, tandis qu'il est négatif lorsque n'ayant point cette fonction il devient libre, c'est-à-dire déplaçable.*

Cette théorie, qui tient compte de tous les faits en les interprétant avec grande précision *au point de vue physique et non purement mathématique, comme il a été fait jusqu'ici*, conduit à des conclusions qui peuvent préparer de grandes découvertes.

M. Th. Tommasina. — *Sur un curieux phénomène d'accroissement de la lumière, réfléchie par un corps blanc, sous l'action de la chaleur obscure.*

Les expériences et les études de Kirchhof, puis de Boltzmann, de W. Wien et de Lummer pour déterminer la valeur de la fonction du rayonnement, ont fait faire des observations sur un corps capable d'absorber tous les

rayons, appelé *corps noir*. L'on a constaté en cette occasion que l'échauffement semble être favorable à l'émission de rayons à petite longueur d'onde, et c'est cette influence de la température que ces savants ont surtout utilisée dans leurs recherches.

J'ai eu l'occasion d'observer plusieurs fois un phénomène que je désire signaler tout en faisant des réserves, non pas sur son existence réelle qui paraît certaine, mais sur sa nouveauté, n'ayant pas eu assez de temps disponible pour toutes les recherches bibliographiques nécessaires. Donc, si ce n'est pas une découverte, ce sera une confirmation, indépendante et fortuite, qui peut ne pas être inutile.

Voici comment on doit disposer les choses pour observer facilement le phénomène : Il faut étendre sur une table le corps blanc, un morceau de toile ou une nappe blanche et préparer un récipient métallique très chaud, mais encore loin de la chaleur rouge. On fait ensuite l'obscurité, pas complète, comme je l'expliquerai après, puis on place sur la toile blanche le récipient chaud, on le laisse immobile pendant quelques secondes, on l'ôte rapidement. La place qu'il occupait apparaît franchement délimitée comme une empreinte et elle semble lumineuse, et disparaît assez lentement. On ne peut l'attribuer à une illusion d'optique due au remplacement rapide d'un objet obscur par le blanc qu'il recouvrait, parce qu'on peut opérer avec une lumière si faible que l'objet chauffeur se confond avec le blanc qui l'entoure même lorsque ce dernier a une grande étendue, et surtout, ce qui est décisif, parce que dans les mêmes conditions de lumière on ne voit rien si l'on opère avec le même récipient froid ou pas suffisamment chaud.

Dans les expériences que j'ai faites, j'ai constaté que ce qui se passe dans ce phénomène est très différent de ce qui a lieu dans les autres connus, qu'on classifie en physique sous le titre de *phosphorescence par l'action de la chaleur*.

En effet, cette dernière catégorie de phénomènes est

observable d'autant plus facilement que l'on opère dans une obscurité profonde, particulièrement dans le cas de corps qui ne sont doués qu'à un faible degré de cette propriété. Dans une telle obscurité, le phénomène que je viens de signaler ne peut s'observer et je pense même qu'il ne se produit pas, car il ne se manifeste que lorsque le local est illuminé par une lumière diffuse mais très faible. Il ne faut pas non plus, pourtant, que la lumière qui filtre au travers des volets vienne à frapper l'objet directement; *la condition la plus favorable semble être celle où il est illuminé très faiblement par la lumière diffuse et réfléchie par un plafond blanc.*

Je ne crois pas qu'il y ait là une confirmation du fait cité que l'échauffement favorise l'émission de rayons à petite longueur d'onde. Je pense qu'on a tout simplement un renforcement de la lumière blanche que le corps blanc réfléchit, même lorsque l'œil ne la voit pas encore. Ce renforcement serait-il dû à une transformation directe d'une partie de la vibration calorifique obscure en lumière, ou est-il dû, au contraire, à ce que *les molécules superficielles de l'objet réfléchissent davantage de la lumière blanche diffuse par une espèce de miroitement multiple qu'elles acquièrent sous l'action du fort accroissement instantané de leur vibration calorique?* Cette dernière conclusion m'est dictée par le fait observé que la luminescence se voit mieux et franchement tranchée, si le corps chauffeur est laissé immobile et pour un temps très court, de façon que l'échauffement n'ait pas le temps de se propager. En tous cas, je ne fais que poser le problème, cela engagera à poursuivre l'étude de ce phénomène de visibilité renforcée par une chaleur obscure suffisamment élevée. Car s'il y avait là une augmentation, de la lumière réfléchie par chaque molécule superficielle, due au nombre plus grand ou à la rapidité de ses mouvements, ce serait la pénétration de nos recherches expérimentales jusqu'au contact des formes moléculaires.

M. le prof. Emile Yung présente un résumé des expériences poursuivies pendant deux ans dans son labora-

toire par M. Pierre Revilliod, en vue de déterminer les *effets anatomiques d'une alimentation exclusivement végétale ou exclusivement animale sur l'intestin.* M. Revilliod a opéré sur le rat blanc, animal normalement omnivore. Des lots de rats furent nourris uniquement de viande de cheval, d'autres de carottes, pommes de terre et salades, d'autres de lait. Toutes les observations ont été faites comparativement sur les sujets soumis aux expériences et sur des individus de l'espèce *Mus rattus* et de la variété albinos capturés à l'état de nature, en tenant compte de l'âge, de la taille et du sexe. Voici les principaux résultats :

1° Le rapport de la longueur de l'intestin à la longueur du corps, chez les adultes et sans distinction de sexe, est en moyenne de 6 : 1.

2° Les femelles ont l'intestin relativement plus long que les mâles. Moyenne de 20 ♀ = 6,20. Moyenne de 25 ♂ = 5,77.

3° L'âge est le facteur qui agit le plus sur le rapport intestinal. Les variations de celui-ci pendant la croissance s'expriment par une courbe à un sommet. Le rapport étant de 4,17 à la naissance, il s'élève rapidement pour atteindre 6,49 à l'âge d'un mois, puis s'abaisse lentement pour atteindre la moyenne normale de 6, au bout du troisième mois après la naissance.

4° La forme des villosités intestinales varie également au cours de la croissance. Chez le nouveau-né, elles sont cylindriques, puis elles deviennent plates, hautes et étroites durant la période de lactation et, pendant le deuxième mois, elles revêtent peu à peu une forme aplatie plus large, semi-lunaire à bord supérieur festonné.

5° L'action du régime végétal sur l'intestin est avant tout d'ordre mécanique. Elle se manifeste par un léger allongement de l'intestin grêle et un allongement plus accentué du gros intestin et du cœcum.

6° Le régime carné produit au contraire un allongement excessif de l'intestin grêle portant principalement sur la région digestive de celui-ci, autrement dit sur le duodé-

num supérieur: et une réduction notable du gros intestin et du cœcum. Il ne peut donc pas être question d'une action mécanique de la nourriture carnée.

7° La longueur de l'intestin grêle des rats carnivores est la résultante des rapports existant entre la nature chimique de la viande de cheval et les propriétés chimiques de la muqueuse intestinale.

8° Le lait est un aliment idéal, ses éléments chimiques sont facilement digérés et absorbés par la muqueuse intestinale. Son action mécanique est nulle. Aussi, la réaction du tube digestif consiste-t-elle dans une réduction tant de son diamètre que de sa longueur, réduction portant sur toutes ses parties. Les villosités conservent dans ce cas une forme analogue à celle des villosités chez les jeunes individus pendant la période de lactation. Elles n'augmentent pas la surface intestinale, mais sont adaptées à une absorption énergique et rapide.

9° L'intestin court des carnivores dans la série des Vertébrés paraît être le résultat d'une lente adaptation fonctionnelle à la digestion et à l'absorption d'une nourriture purement carnée. Le plus grand développement du même appareil chez les herbivores serait au contraire le résultat de l'action mécanique permanente des résidus insolubles de la nourriture végétale.

M. C. de CANDOLLE communique la note suivante de M. A. SPRECHER sur le *développement du suçoir de l'embryon chez quelques Graminées.*

Dans un travail présenté en 1904 à la Faculté des sciences de l'Université de Genève pour le concours du prix Davy, j'ai étudié les modifications du noyau dans la caryopse du Zea Mays pendant la germination. Poursuivant mes recherches dans la même direction, mais sur des graines non sélectionnées, j'ai rencontré un fait nouveau que je désire faire connaître avant la publication du travail que je prépare.

Sachs, au cours de son étude sur la germination des Graminées, écrit en 1862 ce qui suit: « Les membranes

« cellulaires et le contenu du parenchyme du suçoir ne « subissent pas de modification appréciable pendant tout « le temps de la germination. Le suçoir tout entier est « déjà constitué sous sa forme définitive dans l'embryon « en repos qui ne subit aucun développement ultérieur ; il « ne se produit ni multiplication cellulaire ni allongement « des cellules déjà existantes. Le suçoir est le seul organe « de l'embryon qui soit entièrement terminé tandis que « les autres se développent. »

Les affirmations de Sachs sont devenues classiques, et à ma connaissance personne ne les a contredites jusqu'ici. Or ce qu'il pose en fait dans le fragment cité ci-dessus est erroné dans certains cas. Les membranes cellulaires et le contenu du parenchyme du suçoir subissent des modifications appréciables pendant la germination ; je me propose de publier ceci tout au long ultérieurement. Le suçoir, loin d'être constitué sous une forme définitive dans l'embryon en repos, subit, j'ai pu m'en convaincre sur quelques espèces du genre *Avena*, un développement très considérable.

J'ai ensemencé à plusieurs reprises de l'*Avena elatior* dans des conditions différentes : dans une terre lourde, une terre légère, du sable, et sur du papier filtre stérilisé. La terre lourde ne convenant pas à l'*Avena elatior* je l'ai laissée de côté. Les autres substrata m'ont donné des résultats plus ou moins satisfaisants. Après quelques jours de germination le suçoir a atteint déjà la longueur de la caryopse. Le suçoir dans son ensemble, et les cellules de l'épithélium de celui-ci s'allongent simultanément. L'allongement des cellules épithéliales est plus considérable vers le sommet ce qui lui donne l'aspect d'un pinceau. Le suçoir traverse l'endosperme immédiatement en dedans de la couche à aleurone — mais sans la détériorer — et il arrive bientôt au sommet de la caryopse où sa pointe se recourbe du côté opposé. Sur tout le parcours du suçoir l'albumen est digéré et s'il en reste encore des parties non absorbées le suçoir se contourne de manière à les atteindre ce qui fait qu'à la fin de la digestion de l'albumen

nous avons les formes de suçoir les plus singulières, tordues, contournées, revenant sur elle-mêmes en forme de boucle. Cela prouve d'une manière très claire quel rôle le suçoir joue dans la digestion de l'albumen. On ne comprendrait guère ce développement de toute une masse de glandes digestives si c'était la couche à aleurone qui intervenait la première dans la fabrication des ferments. Il me semble que la couche à aleurone a plutôt pour fonction de protéger l'albumen contre l'envahissement des bactéries et des champignons. En effet, si on enlève l'albumen après quelques jours de germination et en mettant les plantules avec leur suçoir sur de la pâte stérilisée, les suçoirs commencent immédiatement à souffrir des bactéries que l'on a introduites avec eux. J'ai fait toutes espèces d'expériences avec des embryons détachés de leur albumen, et je me réserve de les publier à une date ultérieure.

L'*Avena sterilis* qui possède une très grande caryopse montre le développement du suçoir d'une manière particulièrement belle. Si la caryopse mesure ici 1 cm nous pouvons avoir après 15 jours de germination des suçoirs contournés de 12 mm et plus de longueur. D'autres espèces du genre *Avena* présentent le même phénomène ce qui rapproche ce genre d'autres monocotylées notamment des Palmiers chez qui la partie intraséminale du cotylédon grossit beaucoup et finit par remplir la semence.

L'idée que le suçoir des Graminées est un organe définitivement constitué dès la formation de l'embryon doit donc être complètement abandonnée, et le développement ultérieur de cette partie du cotylédon montre d'une façon évidente le rôle physiologique qu'elle joue dans la vie de la plantule.

MM. C.-E. Guye et A. Bron communiquent les résultats d'un travail exécuté au laboratoire de physique de l'Université sur la *différence de potentiel et stabilité de l'arc alternatif entre métaux* (voir ci-dessus, p. 453 et 549).

BULLETIN SCIENTIFIQUE

J.-J. Thomson. Die Korpuskulartheorie der Materie. Uebersetzung von G. Siebert. *Die Wissenschaft.* Heft 25, Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn, 1908.

C'est une série de conférences données à la Royale Instion par M. J.-J. Thomson en 1906, dont l'éditeur bien connu, M. Vieweg, publie une excellente traduction. En exposant la théorie des corpuscules, l'auteur a trouvé dans ses propres travaux une bonne partie du sujet et c'est pourquoi, pour s'initier à cette question complexe et qui touche à tant de points importants de la physique, on ne saurait mieux faire que de relire le conférencier. Le mode d'exposition se ressent de la nécessité de se mettre à la portée de l'auditoire, et c'est ainsi qu'une comparaison très suggestive avec un corps en mouvement plongé dans l'eau fait saisir sans difficulté pourquoi la charge électrique du corpuscule donne lieu à une énergie spéciale qui est l'origine de la masse électrique. Drude a montré que la théorie corpusculaire donne une valeur satisfaisante pour le rapport des pouvoirs conducteurs respectifs électrique et thermique, et Lorentz qu'elle explique le rayonnement à grandes longueurs d'onde des corps chauds. L'auteur a modifié la première théorie en assimilant le rôle des corpuscules à ce qu'on supposait se passer dans l'électrolyse, suivant la théorie de Grotthus. Le corpuscule n'est plus dans un état de liberté stable analogue à celle d'un gaz, mais chemine seulement d'un des pôles du double élément à l'autre, et les résultats du calcul analytique donnent un accord satisfaisant pour le rapport des pouvoirs conducteurs avec l'observation, tandis qu'une objection relative à la chaleur spécifique ne subsiste pas.

Le chapitre sixième est le plus original et nouveau et

expose la constitution de l'atome supposé formé d'une sphère pleine d'électricité positive, et d'un nombre fini de corpuscules négatifs disséminés dans la sphère. Le problème de statique est de trouver les arrangements stables en admettant la loi du carré des distances. Ce n'est donc pas, comme le fait remarquer l'auteur, une solution métaphysique, puisqu'on a recours à une action non expliquée, mais une hypothèse qui peut conduire à des analogies avec les propriétés chimiques de l'atome. Il réussit, en effet, à établir un rapprochement entre les conditions de stabilité de ces arrangements, formés d'un grand nombre de particules négatives, supposées dans un plan et distribuées sur deux ou trois cercles concentriques, lorsqu'une ou plusieurs de ces charges négatives sont attirées par un atome voisin, ce qui donne lieu à une surcharge positive, ou valence positive, et les valences de certains gaz, qui sont différentes suivant qu'ils forment l'élément positif et négatif d'une combinaison, fait observé par Abegg. Signalons dans cet ordre de considérations, l'attraction de saturation de l'atome.

Sur le nombre de corpuscules contenus dans l'atome, trois méthodes, dont la première est basée sur la transformation de l'énergie du faisceau cathodique en celle de rayons Rœntgen, s'accordent pour faire admettre que ce nombre est petit, 20 pour l'air. L'auteur s'appuie sur des considérations analogues à des perturbations dues à des actions de deux masses inégales, pour combattre l'objection contre la petitesse de ce nombre, fondée sur le nombre des raies du spectre d'une substance.

Signalons encore, outre les données connues sur les mesures relatives au rapport e/m des électrons, au premier chapitre, une analyse du mouvement de rotation des corpuscules dans l'effet Zeeman. Il serait difficile de réunir, dans un in-octavo de 160 pages, un ensemble plus complet des vues nouvelles sur la constitution de la matière.

L. R.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux de Chimie faits en Suisse

1908

Janvier

304. Bielecki (Jean). Ueber Mesitylentrialdehyd (1,3,5-Trimethylalbenzol). Genf (Univ.-Lab.) und Warschau. — *Anzeiger Akad. Wiss. Krakau* **1908**. 29.

305. Blattner (E.). Lehrbuch der Elektrotechnik. Burgdorf.

306. Brunner (Heinrich) und Mellet (Rudolf). Ueber die Bildung organischer Nitroverbindungen durch Einwirkung von ammoniakalischer Silberoxydlösung. Lausanne. Chem. Lab. der Univ. — *J. prakt. Ch.* 77. 25.

307. Brunner (Heinrich) und Mellet (Rudolf). Ueber die quantitative Bestimmung der Chlorate, Bromate, Jodate und Perjodate mittels Formaldehyd, Silbernitrat und Kaliumpersulfat. Lausanne. Chem. Lab. der Univ. — *J. prakt. Ch.* **77**. 33.

308. Büeler de Florin (H). Apparat für Destillation in hohem Vakuum. Zürich. — *Chem. — Zeitung* **32**. 56.

874 *bis*. Courant (Etienne). Ueber einige o-Oxy-Furalace tophenone. *Dissert.* Bern (Prof. von Kostanecki).

691 *bis*. Decker (Hermann) und Dunant (Georges). Ueber Phenolbetaïne aus Papaverin. Genf. — *Annalen* **358**. 288.

286 *bis*. Duboux (Marcel) et Dutoit (Paul). Méthode de détermination de l'alcool du vin. Lausanne. Lab. de ch. physique de l'Univ. — *Annales ch. anal.* **13**. 4.

70 *bis*. Edner (Johann Adolf). Ueber den englischen und französischen Rhabarber und eine Methode der Wertbestimmung des Rhabarber. *Dissert.* Bern (Prof. Tschirch).

309. Grandmougin (E.). Note sur les mordants de chrome. Zürich. Lab. du Polytechn. — *Revue gén. des mat. colorantes* **12**. 3.

310. Grandmougin (E.). Note sur les produits de condensation de la quinizarine avec les amines aromatiques. Zürich. Lab. du Polytechn. — *Revue gén. des mat. colorantes* **12**. 37.

220 *bis*. Guisan (Julien). Contribution à l'étude des dérivés azoïques de l'acide salicylique. *Thèse*. Zürich (Prof. Grandmougin).

129 *bis*. Kehrmann (F.) und Stern (K. L.). Konstitution der Rosindone und Iso-rosindone. Genf. Lab. der Univ. — *Berichte* 41. 12.

311. Kelhofer (W.) Untersuchung und Beurteilung der zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten benutzten Kresolpräparate. Wädenswil. Schweiz. Versuchsanstalt. — *Schweiz. Wochenschr.* 46. 18.

312. Kreis (Hans). Einfluss der Ranzidität auf die Baudoinsche Sesamöl-Reaktion. Basel. — *Chem. — Zeitung* 32. 87.

262 *bis*. Leuchtenberger (Carl). Ueber ein falsches Euphorbium. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* 245. 690.

313. Leuchtenberger (C.). Ueber das Harz von Pinus Jeffreyi. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Arch der Pharm.* 245. 701.

314. Lorenz (Richard), Frei (H.) und Jabs (A.). Dichten einiger geschmolzener Salze und deren Mischungen bei verschiedenen Temperaturen. Zürich. Lab. für physikal. Ch. am Polytechn. — *Zeitschr. physikal. Ch.* 61. 468.

48 *bis*. Mettler (Eric). Recherches sur la formation du gaz ammoniac à partir de ses éléments sous l'action des décharges électriques. *Thèse*. Genève (Dr Briner).

315. Müller (Fritz). Ueber Kakao. Basel. Chem.-techn. Lab. Müller und Rosenberg. — *Pharm. Zeitung* 53. 57.

294 *bis*. Pelet (L.). Ueber Verbindungen von Farbsäuren mit Farbbasen und über die Dissoziation dieser Verbindungen durch adsorbierende Substanzen, sowie Giemsas Blau. Lausanne. Lab. de ch. industr. de l'Univ. — *Zeitschr. Kolloïde* 2. 216.

726 *ter*. Pelet (L.) et Corni (G.). La préparation des nitrites alcalins. Lausanne. — *J. suisse de chimie* 46. 21 et *Monit. scient.* 22. 106.

316. Reverdin (Frédéric). Die chemische Industrie der Schweiz im Jahre 1906. Genf. — *Chem. Industrie* 30. 608.

317. Rosenstein (L.). Sur quelques matières colorantes nouvelles du groupe des indulines, préparées au moyen du diamidodiphénylméthane. *Thèse*. Genève (Dr Darier).

318. Sarasin (Ed.), Guye (C. E.) et Micheli (J.). Sur la radioactivité des eaux de Lavey-les-Bains. Genève. Lab. de

physique de l'Univ. — *Archives des Sc. phys. et nat.* 25. 36.

319. STÆHLI (F.). Gesetzmässigkeiten im Aufbau der Spektren. Bern. — *Apotheker-Zeitung* 23. 51.

320. WILDE (P. De). Notice on a process for extracting gold from auro-cyanic solutions. Geneva.

321. WILLSTÆTTER (Richard) und BENZ (Max). Ueber krystallisiertes Chlorophyll. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Annalen* 358. 267.

322. WINTERSTEIN (E.) und HIESTAND (O.). Beiträge zur Kenntnis der pflanzlichen Phosphatide. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* 54. 288.

323. ZIEGLER (J. H.). Konstitution und Komplementät der Elemente (Bern) Genf.

324. ZLATAROFF (Assin). Sur quelques matières colorantes nouvelles du groupe des indulines, préparées au moyen du p-diamido-di-o-tolylméthane. *Thèse*. Genève (Dr Darier).

Février

325. BACH (A.). Zur Kenntnis der in der Tyrosinase tätigen Peroxydase. Genf. Privatlab. — *Berichte* 41. 216.

326. BACH (A.). Ueber die Wirkungsweise der Tyrosinase. Genf. Privatlab. — *Berichte* 41. 221.

327. BACH (A.). Ueber das Verhalten der Peroxydase gegen Licht. Genf. Privatlab. — *Berichte* 41. 225.

328. BACH (A.). Ueber den Stickstoffgehalt der Oxydationsfermente. Genf. Privatlab. — *Berichte* 41. 226.

280 *bis*. BAUME (G.). Recherches expérimentales sur les gaz anhydride sulfureux, oxyde de méthyle et chlorure de méthyle. Genève. Lab. de ch. physique de l'Univ. — *J. ch. phys.* 6. 1.

870 *bis*. BIGLER (Paul). Ueber die Synthese des 3′4′-Dioxy-α-Naphtoflavonols. *Dissert.* Bern (Prof. von Kostanecki).

329. BRUN (Albert) et MONTAGNIER (H. F.). Quelques recherches sur le volcanisme au Pico de Teyde et au Timanfaya. Genève. — *Archives des Sc. phys. et nat.* 25. 146.

307 *bis*. BRUNNER (H.) et MELLET (R.). Détermination quantitative des chlorates, des bromates, des iodates et des periodates au moyen de la formaldéhyde, du nitrate d'argent et du persulfate de potassium. Lausanne. Lab. de ch. de l'Univ. — *J. suisse de chimie* 46. 89.

330. Crinsoz (François). Ueber β-Derivate des Anthrachinons. *Dissert.* Zürich (Dr Kaufler).

331. Engelsohn (Israel). Synthese des 4'-Oxy-α-Naphtoflavonols und des 4'-Oxy-α-Naphtoflavons. *Dissert.* Bern (Prof. von Kostanecki).

332. Katayama (M.). Ueber Amalgamkonzentrationsketten, chemische Ketten und Daniellketten mit festen Elektrolyten. Zürich. Lab. für physikal. Ch. am Polytechn. — *Zeitschr. physikal. Ch.* **61**. 566.

333. Kehrmann (F.) und Schwarzenbach (R.). Zur Kenntnis der Prasindone. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **41**. 472.

334. Kreis (Hans). Vorschrift zur Prüfung des bei der Komarowsky'schen Reaktion zu verwendenden Salicylaldehyds. Basel. — *Chem.-Zeitung* **32**. 149.

335. Larguier des Bancels (J.). Recherches sur les modifications physiques de la gélatine en présence des électrolytes et des non-électrolytes. Lausanne. — *Comptes rendus* **146**. 290.

336. Lorenz (Richard) und Katayama (M.). Zur Thermodynamik von Ketten mit festen Stoffen. Zürich. Lab. für physikal. Ch. am Polytechn. — *Zeitschr. physikal. Ch.* **62**. 119.

337. Nicolay (Ferdinand). Beiträge zur Kenntnis der Beckmannschen Umlagerung. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

338. Pauly (H.) und Richter (O. K.). Ueber die Kondensation von Benzaldehyd mit cyclischen Acetonbasen. Basel. Lab. für org. Ch. — *Berichte* **41**. 464.

295 *bis*. Pelet (L.) und Andersen (N.). Ueber den Einfluss von Säuren und Basen auf den Färbungsvorgang. Lausanne. Lab. de ch. industr. de l'Univ. — *Zeitschr. Kolloïde* **2**. 225.

140 *ter*. Pictet (Amé) et Court (G.). Sur quelques nouveaux alcaloïdes végétaux. Genève. Lab. de ch. org. de l'Univ. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **25**. 113.

339. Reverdin (Frédéric) et Luc (A. de). Nitration de l'éther méthylique de l'acide 3-nitro-4-diméthylaminobenzoïque. Genève. Lab. de ch. org. de l'Univ. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **25**. 133 et *Bull. de la Soc. chimique* **3**. 126.

339 *bis*. Reverdin (Frédéric) et Luc (A. de). Nitrierung des Methylesters des 3-Nitro-4-dimethylamino-benzoesäure. Genf. Lab. für org. Ch. der Univ. — *Berichte* **41**. 501.

340. Scheurer (Ernst). Ueber die Konstitution des Katechins. *Dissert.* Bern (Prof. von Kostanecki).

341. Schmidlin (Julius). Darstellung von Triphenylmethyl. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **41**. 423.

342. SCHMIDLIN (Julius). Zur Frage nach der Strukturformel des Triphenylmethyls. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **41**. 426.

343. SCHMIDLIN (Julius) und ESCHER (Robert von). Hexahydro-triphenylcarbinol. Zürich. Lab. des Polytechn. und Privat-lab. von Dr Peitzsch. — *Berichte* **41**. 447.

344. SCHMIDLIN (Julius) und HODGSON (Herbert H.). Isomere organische Magnesiumverbindungen. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **41**. 430.

345. SCHMIDLIN (Julius) und HODGSON (Herbert H.). Triphenyl-essigsäure und Tritolyl-essigsäure. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **41**. 438.

346. SPINDLER (O. v.). Volumetrische Messgeräte nach der Ph. H. IV. Zürich. — *Schweiz. Wochenschr.* **46**. 77.

Mars

347. BECK (Paul Nikolaus). Ueber die spezifische Wärme einiger magnetischer Substanzen, Magnetit, Nickel und Eisen. *Dissert.* Zürich (Prof. Weiss).

348. BISTRZYCKI (A.) und LANDTWING (August). Ueber die Abspaltung von Kohlenoxyd beim Erhitzen von Acylchloriden. Freiburg. I. Chem. Lab. der Univ. — *Berichte* **41**. 686.

34 *bis.* BODMER (Ernst). Ueber die Einwirkung von Amidoverbindungen auf Gallocyaninfarbstoffe. *Dissert.* Zürich (Prof. Grandmougin).

349. GRANDMOUGIN (E.). Zur Kenntnis der Cellulose und ihrer Derivate. Zürich. — *Chem.-Zeitung* **32**. 241.

350. GRANDMOUGIN (Eug.) und BODMER (Ernst). Zur Kenntnis des Prune-anilids. Zürich. Chem.-techn. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **41**. 604.

351. GREINACHER (H.). Ueber die Klassifizierung der neueren Strahlen (Braunschweig) Zürich.

352. KOESTLER (G.). Die chemische Analyse der Margarinekäse. Molkereischule Rütti-Zollikofen. — *Milchwirtschaftl. Zentralbl.* **4**. 111.

353. KOLENEW (Alexandre). Recherches sur l'influence des groupes méthylés sur les propriétés tinctoriales de quelques colorants basiques de la série de la rosaniline. *Thèse.* Fribourg (Dr Bielecki).

331 *bis.* KOSTANECKI (St. v.). Ueber zwei Monooxy-α-Naphthoflavonole. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **41**. 783.

354. Kourteff (George). Sur quelques dérivés de la 3-oxy-6-aminophénazine et de la diphénylamine. *Thèse*. Genève (Dre Kehrmann et Ferrario).

355. Lauber (Erw. R.). Ueber Formierungspunkte an Blei- und Platin-Elektroden. *Dissert.* Zürich (Prof. Lorenz).

880 *bis*. Leemann (Hans). Zur Kenntnis des 2.4.2′.4′.6′-Penta- und 2.4.6.2′.4′.6′-Hexanitroazobenzols. *Dissert.* Zürich (Prof. Grandmougin).

356. Oesterle (O. A.) und Tisza (Ed.). Ueber die Trimethyläther von Frangula-Emodin und Aloë-Emodin. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* **246**. 112.

357. Oesterle (O. A.) und Tisza (Ed.). Ueber die Bestandteile der Wurzelrinde von Morinda citrifolia. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* **246**. 150.

358. Schüle (E.). Resultate der Prüfung von Portlandzementen und hydraulischen Kalken schweizerischer Herkunft. Zürich.

45 *bis*. Smith (Watson). Zur Kenntnis der Ester von Kohlenhydraten. *Dissert.* Zürich (Dr Berl).

359. Spindler (O. v.). Ein Apparat zur Nachprüfung von Büretten und Pipetten, sowie Quecksilbermessröhren. Zürich. — *Schweiz. Wochenschr.* **46**. 145.

360. Strzyzowski. Ueber Farben-, Geruchs- und anderweitige Veränderungen, welche gewisse Chemikalien, Drogen, sowie manche Organismen im Fluidluftbade (— 190°) erleiden. Lausanne. Lab. für physiol. Ch. an der med. Univ.-Klinik. — *Pharm. Post* **41**. 269.

361. Tambor (J.). Synthesen in der Flavongruppe. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **41**. 787.

362. Tambor (J.). Ueber den Iso-orcacetophenon-dimethylaether. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **41**. 793.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

MAI 1908

Le 4, pluie la nuit.
5, éclairs lointains dans la soirée; pluie depuis 10 h. du soir.
6, fort orage avec averse à 3 h. du matin ; pluie dans la nuit, à 7 h. du matin et à 3 h. du soir : orage l'après-midi.
7, pluie dans la nuit, à 10 h. du matin, à 4 h. et depuis 10 h. du soir.
8, brouillard à 7 h. du matin.
10, éclairs dans la soirée.
13, faible pluie à 7 h. du matin et à 1 h. du soir.
14, forte pluie de 8 h. $^1/_2$ à 10 h. du matin.
21, rosée le matin.
22, faible rosée le matin ; pluies de courte durée dans l'après-midi ; forte pluie et vent depuis 8 h. du soir.
23, pluie pendant toute la journée ; gros flocons de neige à 9 h. du matin ; la neige descend jusqu'au pied du Salève.
24, pluie pendant la plus grande partie de la journée.
25, pluie dans la nuit.
27, très forte bise pendant toute la journée.
28, très forte bise pendant toute la journée ; la dernière tache de neige a disparu sur le Salève.
29, pluie de 3 h. $^1/_4$ à 5 h, du soir.
30, pluie dans la nuit.

GENÈVE — MAI 1908

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	Vent 1 h.	Vent 9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	32.8	32.1	30.5	31.84	+ 6.89	30.4	32.8	NW. 0	N. 1	N. 0	N. 1	3.7	0	1	0	0	12.1	....	....
2	30.3	28.8	28.5	29.28	+ 4.30	27.9	30.7	NW. 1	N. 1	NW. 0	N. 1	2.7	0	1	0	1	12.6	....	....
3	29.0	27.6	26.9	27.84	+ 2.82	26.0	29.1	W. 0	SSW. 1	SW. 1	var.	2.9	3	5	1	2	9.4	....	....
4	25.0	22.2	23.3	23.49	− 1.57	20.7	26.1	SW. 0	WNW 1	SSW 1	SSW. 1	3.8	2	9	10	7	6.2	0.1	1
5	22.7	20.7	19.7	**21.18**	**− 3.92**	**18.5**	23.3	E. 0	WSW 1	SW. 1	SSW. 1	5.4	5	8	8	5	8.7	18.4	4
6	21.3	22.5	26.4	22.79	− 2.35	19.1	26.8	SSW. 1	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	11.0	10	10	9	8	2.5	11.3	6
7	28.4	29.8	32.3	29.34	+ 4.16	26.8	32.4	S. 1	SSW. 1	N. 1	SSW. 1	7.7	10	10	10	9	1.0	7.3	4
8	32.4	30.4	29.1	30.76	+ 5.54	29.0	32.5	W. 0	N. 1	N. 0	N. 1	3.3	10	2	0	3	10.8	....	....
9	28.5	27.7	27.2	27.89	+ 2.63	26.7	28.8	NNW. 0	SW. 1	SW. 1	SSW. 1	5.2	4	5	2	3	11.1	....	....
10	27.8	26.2	26.7	27.00	+ 1.69	25.6	28.1	SW. 1	SW. 1	SW 1	SW. 1	5.6	2	5	5	3	10.9	....	....
11	28.0	25.5	25.4	26.56	+ 1.21	24.5	28.5	SSW. 1	W. 1	SW. 1	WSW 1	3.7	8	8	8	7	5.1	....	....
12	24.6	24.3	23.5	24.28	− 1.11	21.7	26.0	N. 1	N. 1	WNW 0	N. 1	5.0	8	3	9	7	7.4	....	....
13	23.6	24.5	25.7	24.25	− 1.19	23.0	26.3	SW. 1	SSW. 1	N. 1	SSW 1	9.6	10	10	10	10	...	....	....
14	22.5	24.1	26.3	24.32	− 1.16	22.4	26.7	N. 1	WNW 1	SSW. 1	SSW. 1	6.3	10	8	9	8	3.0	7.8	2
15	28.4	28.2	29.8	28.32	+ 2.79	27.0	30.3	NNE. 1	SW. 1	SSW. 1	SSW. 1	6.3	9	5	10	8	4.1	....	....
16	33.1	34.2	36.2	33.82	+ 8.25	30.7	36.7	SSW. 1	S. 1	N. 1	NNE. 1	9.2	9	3	0	3	9.9	....	....
17	38.0	37.2	37.5	**37.27**	**+11.65**	36.6	**38.0**	N. 1	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 1	12.2	0	1	0	1	**12.7**	....	....
18	37.9	36.9	35.6	36.82	+11.16	35.0	37.9	WNW 1	NNW. 1	W. 0	var.	3.9	0	0	0	0	12.3	....	....
19	35.6	34.0	33.7	34.57	+ 8.86	33.2	35.6	W. 0	NNW. 1	WSW 0	var.	2.3	0	2	2	3	11.4	....	....
20	33.0	31.8	30.9	31.92	+ 6.17	30.3	33.0	SW. 0	WNN. 1	NW. 0	NW. 1	3.3	1	5	1	3	10.1	....	....
21	29.1	27.2	24.8	27.39	+ 1.59	24.5	30.0	NW. 0	N. 1	S. 1	var.	3.7	0	2	7	4	9.4	....	....
22	23.8	23.3	25.1	23.85	− 1.99	22.5	26.6	NNE. 0	SSW. 1	SW. 1	SSW. 1	7.5	6	9	10	9	2.0	**28.0**	11
23	27.5	28.7	27.6	27.73	+ 1.84	25.8	29.0	SW. 1	S. 0	NE. 0	var.	4.2	10	10	10	10	...	24.2	**24**
24	25.9	28.0	30.1	27.64	+ 1.71	25.6	30.2	NW. 1	SSW. 1	E. 1	E. 1	3.9	10	10	10	10	...	6.7	9
25	30.3	29.3	30.0	29.94	+ 3.96	29.1	30.3	SE. 0	WSW. 1	SW. 1	SW. 1	3.1	9	2	10	7	5.9	....	....
26	32.0	33.0	33.9	32.51	+ 6.49	30.9	34.0	SSW. 1	NW. 0	N. 1	N. 1	6.8	10	10	7	9	2.2	....	....
27	34.1	33.2	33.1	33.48	+ 7.40	32.5	34.2	N. 2	N. 3	NNE. 3	N. 2	19.6	4	2	0	2	12.2	....	....
28	31.6	28.0	27.1	29.56	+ 3.45	26.6	33.0	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 3	N. 2	**21.3**	0	5	1	3	11.6	....	....
29	25.5	26.8	27.4	26.31	+ 0.15	25.5	28.6	NNE. 1	N. 1	NNE. 1	N. 1	10.4	10	10	2	7	...	0.2	2
30	28.6	28.2	29.1	28.46	+ 2.26	27.9	29.4	NNE. 0	N. 1	N. 1	N. 1	3.7	7	6	9	6	6.5	....	....
31	30.2	29.6	28.4	29.16	+ 2.91	28.0	30.2	E. 0	N. 1	N. 1	N. 1	2.5	4	9	9	6	4.4	....	....
Mois	29.08	28.51	28.77	28.70	+ 3.46							6.4	5.5	5.7	5.5	5.3	215.5	104.0	63

Jour du mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+ 9.1	+15.6	+13.4	+11.85	+ 1.74	+ 5.5	+18.0	76	35	53	59.	-10	30	88	9.2	- 0.9	900
2	10.2	16.4	15.2	13 16	+ 2.94	6.2	20.4	70	47	58	60	-10	35	86	9.6	- 0.6	895
3	13.8	24.2	18 0	17 10	+ 6.77	8.8	26.3	71	37	56	59	-11	**26**	89	....	.....	820
4	14.6	18.6	19.3	17.46	+ 7.02	10.3	26.6	70	57	51	61	- 9	39	88	12.0	+ 1.6	882
5	15.5	22.8	19.1	19.00	+ 8.45	13.8	26.0	73	44	60	56	-14	36	81	11.2	+ 0.6	967
6	11 5	16.2	12.5	13.84	+ 3.18	10.0	17.2	84	55	74	66	- 4	51	87	9.8	- 0.9	917
7	10.6	14.4	11.3	11.33	+ 0.56	8.2	16.5	75	62	84	75	+ 5	54	92	7.9	- 2.9	1127
8	9.2	13.5	13.1	12.30	+ 1.41	7.8	18.5	96	73	74	81	+11	49	98	8.0	- 2.9	1175
9	13.4	25.3	20.4	18.40	+ 7.40	8.8	26.5	76	31	53	58	-12	28	89	9.2	- 1.8	1150
10	16.5	24.1	20.6	**20.13**	+ **9.01**	13.6	26.5	67	46	47	53	-17	40	80	....	.....	1150
11	17.6	22.6	19.1	19.90	+ 8.67	15.0	25.3	58	48	59	52	-18	40	63	7.6	- 3.6	1302
12	15.5	21.2	18.5	18.14	+ 6.79	12.8	24.1	60	31	60	**51**	**-19**	30	74	8.5	- 2.9	1290
13	16.1	13.7	10.4	14.22	+ 2.75	9.0	19.4	67	65	78	66	- 4	49	92	9.3	- 2.2	1360
14	9.2	14.9	13.7	12.05	+ 0.47	8.5	17.6	81	63	67	73	+ 3	50	93	9.3	- 2.3	1350
15	11.7	20.9	18.2	16.00	+ 4.30	9 4	22.6	85	35	53	66	- 4	34	90	10.7	- 1.0	1402
16	13.0	18.6	12.5	15.22	+ 3.40	11.5	21.5	65	34	63	55	-15	32	75	11 7	- 0.1	1413
17	11.3	16.6	15.2	13.65	+ 1.71	7.2	20.6	70	53	57	63	- 7	33	90	....	.....	1330
18	13.7	20.2	18.0	16.90	+ 4.81	9.0	23.0	67	43	67	60	-10	40	87	11.8	- 0.3	1392
19	16.4	22.9	18.4	18.62	+ 6.44	11.4	**28.2**	76	54	76	67	- 3	35	89	13.5	+ 1.4	1385
20	17.7	24.6	18.8	18.88	+ 6.59	12.8	25.8	67	37	73	65	- 5	35	90	14 0	+ 1 7	1375
21	15.9	22.3	22.0	19.02	+ 6.61	12.2	26.8	81	53	58	69	- 1	50	91	14.6	+ 2.2	1397
22	17.9	20.4	10.5	17.00	+ 4.47	7.2	23.6	74	54	80	69	- 1	44	94	15.8	+ 2.3	1398
23	4.6	3.0	4.5	**4.59**	- **8.06**	**1.8**	7.5	93	97	96	**93**	**+23**	88	**99**	11.8	- 0.8	1442
24	4.8	7.4	6.5	5.75	- 7.02	3.8	7.6	95	89	85	92	+22	78	96	....	.....	1380
25	8.6	17.5	14.0	12.31	- 0.58	4.6	20.0	85	53	66	68	- 2	40	92	10.0	- 2.9	1167
26	11.8	18.7	13.6	15.28	+ 2.27	11.5	20.6	68	49	75	65	- 5	38	85	10.5	- 2.5	1158
27	13.6	16.2	14.2	14.54	+ 1.41	11.6	18.5	73	61	66	70	0	43	87	11.8	- 1.3	1140
28	12.7	18.7	11.3	13.91	+ 0.67	10.2	19.7	71	42	70	62	- 8	30	88	....	.....	1360
29	10.1	13.9	10.1	11.20	- 2.16	7.7	15.0	76	60	86	75	+ 5	55	93	12.3	- 1.1	1382
30	9 1	16.7	14.8	13.26	- 0.22	6.3	20.5	87	56	70	71	+ 1	37	95	12.8	- 0.7	1393
31	+15.7	+22.4	+17.0	+17.64	+ 4.04	+10.9	+25.5	79	43	80	66	- 4	33	92	....	.....	1310
Mois	+12.72	+18.21	+14.97	+14.92	+ 1.72	+ 9.27	+ 21.16	75	52	68	66	- 4			10.92	- 0.80	1226

MOYENNES DE GENÈVE. — MAI 1908

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	27.69	27.59	27.82	27.68	26.80	26.16	26.26	27.14	27.14
2e »	30.16	30.24	30.46	30.76	30.06	29.49	29.92	30.62	30.21
3e »	28.85	28.79	28.98	29.02	28.67	28.18	28.43	28.92	28.73
Mois	28.90	28.87	29.08	29.14	28.51	27.95	28.21	28.89	28.70

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+11.83	+10.05	+12.44	+16.40	+19.11	+20.55	+17.86	+15.41	+15.46
2e »	13.80	12.09	14.22	17.01	19.62	20.50	17.71	15.92	16.36
3e »	10.60	9.79	11.62	14.15	16.11	16.25	14.52	12.06	13.14
Mois	+12.03	+10.62	+12.72	+15.80	+18.21	+19.01	+16.63	+14.40	+14.92

Fraction de saturation en %.

1re décade	76	80	76	59	49	45	53	65	63
2e »	70	76	70	58	47	47	62	65	62
3e »	86	87	80	66	59	58	67	78	73
Mois	78	81	75	61	52	50	61	70	66

Dans ce mois l'air a été calme 177 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{88}{59} = 1.49$.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

	mm
Pression atmosphérique........	728.79
Nébulosité..................	5.6
Température $\frac{7+1+9}{3}$..	+15°.30
Température $\frac{7+1+2\times9}{4}$..	+15°.22
Fraction de saturation........	65 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

	mm
Press. atmosphér.. (1836-1875)	725.24
Nébulosité.. ..... (1847-1875).	5.8
Hauteur de pluie.. (1826-1875).	79mm.2
Nombre de jours de pluie. (id.).	12
Température moyenne... (id.).	+13°.20
Fraction de saturat. (1849-1875)	70 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	119.1	105.3	110.8	104.1	94.8	94.0	88.0
Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE		COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	96.4	104.0		103.0	95.1	95.5	111.1

Insolation à Jussy : 220h.2.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE MAI 1908

Le 6, neige et brouillard.
12, brouillard le matin, vent violent l'après-midi
13, très fort vent l'après-midi.
14, brouillard le matin.
21, orages lointains dans la soirée,
22, très fort vent et pluie.
23, forte bise, pluie et neige.
24, neige le matin.
26, brouillard l'après-midi.
27, brouillard le matin et le soir.
28, brouillard le soir.
29, fort vent le matin ; neige pendant la plus grande partie de la journée
30, brouillard le soir.

GRAND SAINT-BERNARD — MAI 1908

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	69.0	70.3	69.7	69.7	+ 7.0	68.8	70.5	NE. 1	NE. 2	NE 2	NE. 2	0	2	0	1	....	....
2	68.8	69.2	69.6	69.2	+ 6.4	68.6	69.8	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	0	0	0	0	....	....
3	69.3	69.3	68.6	69.1	+ 6.2	68.0	69.5	NE. 2	NE. 2	SW. 2	NE. 2	0	5	4	3	....	....
4	67.5	67.1	65.6	66.7	+ 3.7	65.1	67.9	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	2	3	6	4	....	....
5	64.3	64.2	63.4	63.9	+ 0.8	62.5	65.0	SW. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	5	7	10	7	....	....
6	60.2	61.6	63.7	61.8	− 1.4	59.9	64.1	SW. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	39.0	**31**
7	64.3	66.4	69.3	66.7	+ 3.4	64.2	69.7	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	8.4	6
8	68.8	70.0	70.8	69.9	+ 6.5	68.4	71.0	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	1	1	0	1	....	....
9	70.2	70.2	70.4	70.3	+ 6.8	70.0	70.5	SW 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	2	4	2	3	....	....
10	70.1	70.3	70.2	70.2	+ 6.6	70.0	70.4	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	2	3	2	2	....	....
11	69.9	70.5	70.4	70.3	+ 6.6	69.7	70.7	SW. 2	SW. 2	SW. 1	SW. 2	3	2	2	2	....	....
12	69.2	68.7	67.8	68.6	+ 4.8	67.5	69.8	SW. 1	SW. 4	SW. 4	SW. 3	10	10	10	10	....	....
13	66.0	65.2	64.6	65.3	+ 1.4	64.0	66.3	SW. 2	SW. 3	SW. 3	SW. 3	10	10	10	10	....	....
14	62.1	63.8	66.2	64.0	0.0	61.9	66.8	SW. 2	SW. 1	SW. 2	SW. 2	10	8	7	8	7.2	....
15	68.0	69.0	71.1	69.4	+ 5.3	67.5	71.4	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	10	9	10	10	....	....
16	70.2	71.2	72.5	71.3	+ 7.1	70.0	73.0	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	9	8	0	6	....	....
17	73.6	74.5	75.7	74.6	+10.3	73.2	75.9	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
18	76.1	77.0	77.1	**76.7**	**+12.3**	76.0	**77.3**	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	0	1	0	0	....	....
19	75.9	75.5	74.5	75.3	+10.8	74.2	76.0	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	0	1	7	3	....	....
20	74.0	73.8	73.2	73.7	+ 9.1	73.0	74.3	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	0	2	0	1	....	....
21	72.1	71.3	70.4	71.3	+ 6.6	69.8	72.4	SW. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	1	3	9	4	....	....
22	67.9	66.3	65.0	66.4	+ 1.6	63.0	68.8	SW. 1	SW. 3	SW. 3	SW. 2	10	10	10	10	15.1	....
23	62.3	61.7	60.7	**61.6**	− **3.3**	60.0	63.1	SW. 1	NE. 2	NE. 3	NE. 2	10	10	10	10	**41.2**	26
24	59.5	61.7	64.5	61.9	− 3.1	**59.3**	65.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	9	10	10	....	....
25	66.2	67.5	67.8	67.1	+ 2.1	66.0	68.1	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	1	2	10	4	....	....
26	69.4	70.1	70.5	70.0	+ 4.9	69.1	70.6	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	2	10	10	7	....	....
27	70.8	71.3	70.9	71.0	+ 5.8	70.6	71.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	1	10	8	....	....
28	68.0	65.7	64.6	66.1	+ 0.8	64.4	69.5	NE. 2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	1	2	10	4	14.0	15
29	63.4	64.2	65.5	64.4	− 1.0	63.0	66.8	SW. 3	SW. 1	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	15.0	10
30	67.9	69.7	71.0	69.5	+ 4.0	67.7	71.4	SW. 2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	9	10	10	....	....
31	71.8	72.7	72.2	72.2	+ 6.6	71.4	72.9	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	2	9	4	5	....	....
Mois	68.28	68.71	68.97	68.65	+ 4.81							4.9	5.6	6.2	5.6	139.9	88

Jour du mois	Température 7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	Fraction de saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	− 0.2	+ 3.1	− 0.1	+ 0.8	+ 2.2	− 3.4	+ 4.4	33	42	80	52	30	86
2	+ 1.3	6.0	+ 2.4	3.2	+ 4.6	0.0	7.8	77	60	80	72	42	92
3	3.6	9.2	4.4	5.7	+ 6.8	+ 1.4	10.6	52	44	49	48	32	68
4	3.1	9.3	3.8	5.5	+ 6.5	2.4	11.8	68	55	98	74	40	100
5	3.6	6.5	+ 3.0	4.4	+ 5.3	+ 2.5	7.6	78	60	100	79	42	100
6	+ 0.6	3.0	− 2.4	+ 0.4	+ 1.1	− 3.2	5.0	100	67	98	88	48	100
7	− 3.0	2.4	− 2.0	− 0.9	− 0.3	− 3.8	3.2	94	77	100	90	55	100
8	− 1.7	6.0	+ 4.4	+ 2.9	+ 3.3	− 2.6	8.6	92	57	49	66	35	100
9	+ 4.6	9.0	5.2	+ 6.3	+ 6.6	+ 3.0	11.0	14	36	42	**41**	**27**	55
10	5.6	10.5	7.8	8.0	+ **8.2**	4.6	13.0	56	44	52	51	36	70
11	7.6	10.6	6.4	8.2	+ **8.2**	5.4	12.0	57	57	87	67	50	94
12	4.0	5.5	3.6	4.4	+ 4.3	3.0	7.0	98	100	98	99	70	100
13	1.4	2.6	1.6	1.9	+ 1.6	0.6	4.2	98	84	92	91	68	100
14	1.0	2.9	2.6	2.2	+ 1.8	0.4	6.0	100	92	98	97	46	100
15	2.0	4.0	+ 2.4	2.8	+ 2.3	+ 1.6	5.0	94	82	92	89	66	98
16	2.5	3.1	− 0.2	1.8	+ 1.1	− 0.4	5.0	82	87	92	87	53	96
17	0.6	5.0	+ 3.4	3.0	+ 2.2	− 1.0	7.0	55	50	75	60	37	86
18	3.2	8.1	6.4	5.9	+ 5.0	+ 2.6	11.2	83	67	70	73	46	90
19	5.8	13.0	7.0	**8.6**	+ 7.5	5.1	14.2	58	38	88	61	28	97
20	5.5	13.8	7.0	5.4	+ 4.2	4.5	**14.8**	84	43	50	59	29	98
21	6.0	10.6	6.0	7.5	+ 6.2	5.0	11.7	86	44	75	68	16	94
22	2.4	+ 2.8	+ 1.6	+ 2.3	+ 0.8	+ 1.0	6.2	100	100	100	100	86	100
23	+ 1.3	− 4.4	− 6.3	− 3.1	− 4.7	− 7.6	+ 1.7	100	100	99	100	80	100
24	− 6.5	− 1.9	− 5.8	− **4.7**	− **6.4**	− **8.0**	− 0.8	96	72	91	86	62	100
25	− 4.3	+ 4.6	− 0.2	0.0	− 1.8	− 7.5	+ 6.0	63	49	73	62	36	84
26	+ 1.4	3.6	+ 0.4	+ 1.8	− 0.2	0.0	5.2	70	84	100	85	62	100
27	0.2	4.9	+ 1.0	2.0	− 0.1	0.0	6.6	100	61	100	87	60	100
28	+ 0.7	+ 3.9	− 1.9	+ 0.9	− 1.3	− 2.4	+ 4.2	74	43	98	72	40	100
29	− 3.3	− 1.2	− 2.4	− 2.3	− 4.6	− 4.1	− 0.6	95	89	90	91	76	98
30	− 2.6	− 0.8	− 0.1	− 1.2	− 3.6	− 3.2	+ 0.5	98	100	100	99	90	100
31	+ 2.5	+ 5.6	+ 4.6	+ 4.2	+ 1.6	0.0	+ 6.4	70	71	65	68	44	94
Mois	+ 1.60	+ 5.21	+ 1.72	+ 2.84	+ 2.33	− 0.13	+ 6.98	79	66	83	76		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MAI 1908

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + — **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	67.25	67.86	68.13	67.75	69	54	75	66
2e »	70.50	70.92	71.31	70.92	81	70	84	78
3e »	67.21	67.47	67.56	67.41	87	74	90	84
Mois	68.28	68.71	68.97	68.65	79	66	83	76

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	+ 1.78	+ 6.50	+ 2.62	+ 3.63	+ 3.38
2e »	+ 3.36	6.86	+ 3.02	4.41	4.06
3e »	— 0.20	2.52	— 0.29	0.68	0.44
Mois	+ 1.60	+ 5.21	+ 1.72	+ 2.84	+ 2.56

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{56}{85} = 0.66$.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	61.0	68.2	88.7	139.9
Neige en centimètres....	0cm	7cm	26cm	88cm

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME VINGT-CINQUIÈME

(4me PÉRIODE)

1908. — Nos 1 à 6.

Pages

Compte rendu des séances de la Société neuchâteloise des sciences naturelles.

Compte rendu des séances de la Société vaudoise des sciences naturelles, à Lausanne.

Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

Société de chimie de Lausanne.

Compte rendu des séances de la Société de chimie de Genève.

Société suisse de chimie.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ASTRONOMIE

PHYSIQUE

PHYSIQUE DU GLOBE

CHIMIE

